



TUGAS AKHIR – TI 141501

**ANALISA RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI PALEMBANG**

BILQIS SILMA HUDYAH

NRP 2511 100 037

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – TI 141501

**RISK ANALYSIS FOR MUNICIPAL WASTE POWER PLAN
CONSTRUCTION PROJECT IN PALEMBANG**

BILQIS SILMA HUDYAH

NRP 2511 100 037

Supervisor

Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D.

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI PALEMBANG

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

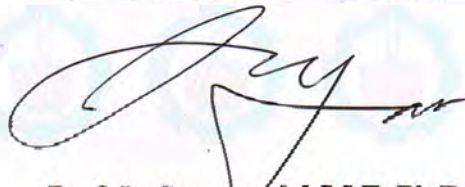
Oleh:

BILQIS SILMA HUDYAH

NRP. 2511 100 037

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E. Ph.D

NIP.194807101976031002

SURABAYA, JULI 2015



ANALISIS RISIKO PROYEK PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI PALEMBANG

Nama : Bilqis Silma Hudyah
NRP : 2511100037
Jurusan : Teknik Industri ITS
Pembimbing : Prof.Dr.Ir Suparno, MSIE

ABSTRAK

PT.Pasadena Engineering Indonesia (PT PEI) merupakan perusahaan yang bergerak pada jasa konsultasi dan jasa pengerjaan *Engineering, Procurement and Construction* (EPC) yang berdiri pada tahun 2006. PT. PEI juga merupakan perusahaan yang menekankan implementasi teknologi berbasis pada pelestarian lingkungan (*Green Technology*). Berdasarkan pengambilan data dan hasil wawancara, PT. PEI telah melaksanakan 32 proyek selama periode 2007-2014 dan 47% mengalami keterlambatan waktu penyelesaian. Dari permasalahan ini, maka dilakukan pengambilan contoh proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah kota (PLTSA) di Palembang untuk ditinjau dari segi risiko terhadap ketepatan waktu penyelesaian proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor-faktor risiko yang mempengaruhi keterlambatan proyek pembangunan PLTSA di Palembang mulai dari mengidentifikasi risiko lalu menganalisa dengan metode *Failure Modes Effects Criticality Analysis* (FMECA), mengevaluasi dengan mencari risiko kritis dan melakukan mitigasi (perbaikan).

Berdasarkan hasil identifikasi risiko terhadap 7 aktivitas utama pembangunan proyek PLTSA terdapat 31 variabel risiko proyek yang dapat mempengaruhi keterlambatan proyek PLTSA di Palembang. Hasil *Criticality Analysis* yang berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari setiap variabel risiko di setiap aktivitas, menunjukkan terdapat 18 risiko kritis. Delapan belas risiko kritis tersebut yang nantinya akan dilakukan upaya mitigasi.

Kata kunci: Manajemen risiko proyek, keterlambatan proyek, *Failure Modes Effect Criticality Analysis* (FMECA)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RISK ANALYSIS FOR MUNICIPAL WASTE POWER PLANT CONSTRUCTION PROJECT IN PALEMBANG

Student Name : Bilqis Silma Hudyah
Student ID : 2511100037
Departement : Industrial Engineering
Supervisor : Prof.Dr.Ir Suparno, MSIE

ABSTRACT

PT.Pasadena Engineering Indonesia (PT PEI) is national company established in 2006 that's the one of company thatsservice consultant and *Engineering, Procurement and Construction* (EPC) servicesPT. PEI is also a company that emphasizes the implementation of technology based on the preservation of the environment (Green Technology). Based on data collection and interviews, PT. PEI has implemented 32 projects during the 2007-2014 period and 47% experienced delays in completion time. Based of these problems, it is done sampling Municipal Waste Power Plant (PLTSa) in Palembang to the terms of the risks to the timeliness of project completion. This study aimed to analyze the risk factors affecting the development of project delays ranging from identifying the risks and analyze the methods Failure Modes Effects Criticality Analysis (FMECA), evaluated by finding the critical risks and mitigation (improvement).

Based on the results of risk identification to 7 major activities of project development PLTSa there are 32variabels that can affect the risk of project delays PLTSa project in Palembang. Analysis Crititcality results were based on the Risk Priority Number (RPN) of each variabel risk in every activity, showed there were 18 critical risks. Eighteen of the critical risks that would be conducted mitigation efforts.

Keywords: Project risk management, project delays, Failure ModesEffect Criticality Analysis (FMECA)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Risiko Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) di Palembang”. Laporan ini merupakan salah satu persyaratan menyelesaikan studi Strata-1 dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri pada Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pelaksanaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Budi Uzamandan Ibu Rahmi Humaidah selaku kedua orang tua penulis, dan Emir Risyad, selaku adik penulis, yang selalu ada memberikan dukungan kepada penulis dalam bentuk doa dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Dr.Ir.Suparno, MSIE, selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan waktu yang diluangkan dalam memberikan arahan, masukan, serta motivasi yang mendukung pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, serta Bapak Yudha Andrian S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir atas kelancaran proses birokrasi selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Ibu Naning Aranti Wessiani, ST., M.M, Bapak Nugroho Proyanto Negoro, M.T., Ibu Effi Latiffianti, M.Sc., Bapak Imam Baihaqi , Ph.D selaku dosen penguji seminar proposal dan sidang tugas akhir atas saran membangun untuk penulisan penelitian tugas akhir yang lebih baik
5. Om Albait, Bapak Holid Azhari, Bapak Wawan Ruhayat, Mba Wulan, Mba Zilva, Pak Budi dan karyawan-karyawan PT. Pasadena Engineering Indonesia yang telah memberikan informasi, masukan, dan bantuan selama penulis melakukan pengambilan data.

6. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Industri ITS yang telah membimbing penulis selama menempuh masa perkuliahan.
7. Eca, Emral, Mama ade, Papa sas dan om dan tante penulis yang membantu medoakan penulis dan memberikan beberapa buku untuk penunjang studi literatur untuk membantu pengerjaan Tugas Akhir
8. Teman-teman satu bimbingan(Ar, Dinda, Nofinda, Rizky Martha dan Warda) yang senantiasa saling mendukung dan memberikan semangat dalam menghadapi suka duka pengerjaan Tugas Akhir.
9. Reika, Afi, Bedil, Gio, Papang, Gane, Fina terima kasih atas canda tawa dan dukungan yang diberikan.
10. Sahabat Chit-chat yang sudah seperti keluarga sendiri di Surabaya (Alika, Ningrum, Dita dan Andhika) yang selalu ada buat penulis dan selalu saling memotivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir
11. Sahabat-sahabat BENJ(Lisa, Vanti, Asrid, Reni, Misel, Shinta, Chindee, Gio, Fanny dan Vinka) yang selalu siap mendengarkan keluh kesah penulis dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Teman-teman VERESIS yang telah memberikan cerita pada perjalanan penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Industri ITS
13. Keluarga besar MEDFO HMTI ITS generasi 1-5 yang memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis
14. Seluruh pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan. Kritik dan saran membangun sangat diharapkan dalam rangka perbaikan dan pengembangan selanjutnya. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dunia akademik.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Proyek.....	9
2.1.1 Siklus Hidup Proyek	10
2.1.2 Keterlambatan Proyek	11
2.2 Risiko.....	12
2.2.1 TahapanManajemenRisiko	13
2.3 <i>Failure Mode and Effects Criticality Analysis (FMCEA)</i>	18
2.3.1 Identifikasi Potensial <i>Effect</i>	19
2.3.2 Identifikasi Penyebab Risiko (<i>Risk Causes</i>)	19
2.3.3 Identifikasi <i>Current Control</i>	19
2.3.4 Menentukan nilai <i>Severity, Occurance</i> dan <i>Detection</i>	20

2.3.5	Menghitung Nilai Risk Priority Number (RPN)	20
3.4	Simulasi Monte Carlo	21
3.5	Penelitian Terdahulu	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Studi Pendahuluan	23
3.2	Identifikasi Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian	23
3.2.1	Identifikasi Perumusan Masalah.....	25
3.2.2	Penentuan Tujuan Penelitian	25
3.3	Pengumpulan Data	25
3.3	Identifikasi Risiko	26
3.5	Analisa Risiko dengan FMECA	26
3.6	Tahap Evaluasi Risiko	27
3.6.1	Penentuan Rangka Risiko	27
3.6.2	Penentuan Prioritas Risiko	27
3.7	Tahap Mitigasi Risiko.....	28
3.8	Tahap Simulasi Monte Carlo	28
3.9	Tahap Analisis	28
3.10	Tahap Kesimpulan dan Saran	29
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		31
4.1	Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Palembang.....	31
4.2	Aktivitas Proyek PLTSa di Palembang	34
4.2.1	Perancangan/ <i>Engineering</i>	37
4.2.2	Pembangunan Hangar Peralatan	37
4.2.3	Pembangunan Unit Pengumpul Gas	37
4.2.4	Pembangunan Unit Pengolahan Gas.....	38
4.2.5	Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	38
4.2.6	<i>Testing</i> Individual Peralatan dan Pekerjaan <i>Cover Soil</i>	39
4.3.1	Identifikasi <i>Potential Effects</i> , <i>Risk Causes</i> dan <i>Current Control</i>	40
4.3.2	Penentuan Nilai <i>Severity</i> , <i>Occurance</i> dan <i>Detection</i> Rangka	46
4.3.3	<i>Risk Priority Number</i>	49

4.3.4	<i>Criticality Analysis</i>	50
4.4	Mitigasi Risiko	52
4.5	Simulasi Monte Carlo	57
5.1	Analisa Risiko	61
5.2	Analisa Upaya Mitigasi	62
5.3	Analisa Simulasi <i>Monte Carlo</i>	63
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Saran	66
LAMPIRAN 1	69
LAMPIRAN 2	83
BIODATA PENULIS	87

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Table 1.1 Jumlah Proyek yang Telah Dilakukan PT PEI Tahun 2007-2014	2
Table 1.2 Prosentase Ketepatan Waktu Pengerjaan Proyek oleh PT PEI Tahun 2007-2014	2
Tabel 2.1 Contoh Deskripsi Skala Kuantifikasi S (Severity), O (Occurance) dan D (Detection).....	20
Tabel 4.1 Aktivitas-aktivitas Pelaksanaan Pembangunan PLTSa di Palembang...	34
Table 4.2 <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS) Aktivitas Pembangunan PLTSa di Palembang	35
Tabel 4.3 <i>Engineers</i> PT PEI yang Terlibat dalam Penentuan <i>Risk Event</i>	39
Tabel 4.4 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Perancangan/ <i>Engineering</i>	40
Tabel 4.5 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Hangar Peralatan	40
Tabel 4.6 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengumpulan Gas	41
Tabel 4.7 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas.....	42
Tabel 4.8 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	43
Tabel 4.9 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Testing Individual Peralatan...	44
Tabel 4.10 Faktor Penyebab Keterlambatan pada <i>Finishing</i>	45
Tabel 4.11 Skala Nilai <i>Severity</i>	45
Tabel 4.12 Skala Nilai <i>Occurance</i>	46
Tabel 4.13 Skala Nilai <i>Detection Rangking</i>	46
Tabel 4.14 Nilai RPN Setiap Variabel Risiko	49
Tabel 4.15 Variabel Risiko Kritis hasil <i>Pareto Chart</i>	51
Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis	53
Tabel 4.17 Nilai <i>Severity</i> dan <i>Occurance</i> pada aktivitas kritis	58

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembatas-pembatas dalam Pelaksanaan Proyek.....	13
Gambar 2.2 Siklus Hidup Proyek (Wideman, 2000).....	10
Gambar 2.3 Risk Management Process Overview (AS,1999)	13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	24
Gambar 4.2 Pengelolaan Sampah di TPA Sukawinatan.....	31
Gambar 4.1 Keadaan Lahan TPA Sukawinatan	31
Gambar 4.3 <i>form</i> FMEA untuk aktivitas Perancangan/ <i>Engineering</i>	47
Gambar 4.4 <i>Pareto Chart</i> Penentuan Risiko Kritis	52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Setiap proyek memiliki rencana pelaksanaan yang sudah terjadwal, kapan suatu proyek itu dimulai, kapan pelaksanaan proses-proses tertentu dilaksanakan dan kapan suatu proyek itu berakhir. Jadwal pelaksanaan proyek merupakan sasaran proyek yang menjadi salah satu ukuran dari keberhasilan proyek. Keterlambatan proyek pembangunan seringkali terjadi. Keterlambatan proyek dapat didefinisikan sebagai terlewatnya batas waktu penyelesaian proyek dari waktu yang telah ditentukan dalam kontrak, atau dari waktu yang disetujui oleh pihak-pihak yang terkait dalam penyelesaian suatu proyek (Assaf & Al-Heiji, 2006). Keterlambatan proyek dapat menyebabkan peningkatan biaya proyek, kehilangan pendapatan, adanya klaim dari pihak pengguna jasa serta hilangnya peluang untuk mengerjakan proyek lain.

Adanya kajian risiko mengenai keterlambatan proyek akan meminimasi potensi terjadinya keterlambatan pada suatu proyek. Risiko dapat didefinisikan sebagai kombinasi probabilitas suatu peristiwa serta konsekuensi (ISO, 2009). Mengidentifikasi dan menganalisa berbagai faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada suatu proyek konstruksi, merupakan hal yang penting untuk mengetahui pengaruh dan dampak dari terjadinya keterlambatan proyek.

PT. Pasadena Engineering Indonesia (PT. PEI) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada jasa konsultasi dan pengerjaan *Engineering, Procurement and Construction* (EPC) yang berdiri pada tahun 2006. PT. PEI juga merupakan salah satu perusahaan yang menekankan implementasi teknologi berbasis pada pelestarian lingkungan (*Green Technology*). Menurut data perusahaan, PT. PEI telah melaksanakan 32 proyek pada tahun 2007-2014.

Dari **Tabel 1.1** dapat diketahui bahwa proyek yang telah dilaksanakan oleh PT. PEI digolongkan kedalam empat jenis jasa proyek, yaitu jasa proyek pembangunan pembangkit listrik, jasa proyek pembangunan pabrik, jasa *procurement* dan jasa konsultasi.

Table 1.1 Jumlah Proyek yang Telah Dilakukan PT PEI Tahun 2007-2014

Tahun	Jasa Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik	Jasa Pembangunan Pabrik	Jasa <i>Procurement</i>	Jasa Konsultasi	Total Proyek
2007				1	1
2008	1	3	1	5	10
2009		1	1	2	4
2010		2		2	4
2011		1		1	2
2012			2	2	4
2013	2		1		3
2014	2	1		1	4
					32

Sumber: Data Perusahaan, 2014

Menurut data perusahaan dan hasil wawancara dengan pihak PT PEI, 47% dari 32 proyek yang dilaksanakan oleh PT PEI selama tahun 2007-2014, mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya. Dalam **Tabel 1.2** dipaparkan bahwa rata-rata nilai prosentase ketepatan waktu pengerjaan proyek oleh PT. PEI tahun 2007-2014 masih terbilang minimal.

Table 1.2 Prosentase Ketepatan Waktu Pengerjaan Proyek oleh PT PEI Tahun 2007-2014

Tahun	Jasa Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik	Jasa Pembangunan Pabrik	Jasa <i>Procurement</i>	Jasa Konsultasi	Total Proyek	Jumlah proyek yang Terlambat per tahun	% ketepatan waktu proyek per tahun
2007				1	1	-	100%
2008	1	2 dari 3	1	1 dari 5	10	5	50%
2009		1	1	2	4	1	75%
2010		2		2	4	2	50%
2011		1		1	2	1	50%
2012			2	2	4	2	50%
2013	2		1		3	2	33%
2014	2	1		1	4	2	50%
Total	5	8	5	14	32	15	53%

Dari **Tabel 1.2** dapat diketahui bahwa dari 32 proyek yang telah dilaksanakan oleh PT PEI dalam periode waktu 2007-2014, 15 proyek diantaranya

mengalami keterlambatan penyelesaian. Dari 32 proyek yang telah dilaksanakan, jasa proyek pembangunan pembangkit listrik dan jasa proyek pembangunan pabrik yang paling banyak mengalami keterlambatan. Dari 8 jasa proyek pembangunan pabrik yang telah dilaksanakan 5 diantaranya mengalami keterlambatan dan semua jasa proyek pembangunan pembangkit listrik yang telah dilaksanakan mengalami keterlambatan penyelesaian. Menurut hasil wawancara dengan pihak PT PEI, salah satu konsekuensi yang harus dihadapi ialah *pinalty* yang diberikan oleh pihak pengguna jasa. Setiap keterlambatan per harinya, PT. PEI harus membayar *pinalty* sebesar 0.01%-5% dari biaya investasi proyek. Dari data ketepatan waktu penyelesaian proyek PT. PEI dan besarnya *pinalty* yang harus dibayar oleh PT PEI per hari keterlambatan, terbilang cukup besar, maka perlu adanya identifikasi dan analisa risiko keterlambatan terhadap proyek yang sedang berjalan dan dilaksanakan oleh PT. PEI, berserta rencana upaya mitigasi risikonya agar dapat mengurangi probabilitas dari hal-hal yang dapat menyebabkan terlambatnya proyek tersebut.

Proyek yang menjadi objek penelitian analisa dan identifikasi risiko ini adalah proyek Pembangunan Listrik Tenaga Sampah Kota (PLTSa) yang dilakukan oleh PT PEI. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan di Kecamatan Sukarami, Palembang ini menjadi pusat pembuangan dan pengolahan sampah dengan luas lahan 25 hektar. Tujuan dari proyek Pembangunan PLTSa di Palembang adalah untuk mengkonversi gas menjadi energi listrik. Proyek Pembangunan PLTSa secara umum dibangun sesuai pembagian subsistem, secara berurutan dimulai dari pembangunan Unit Pengumpulan Gas, Unit Pengolahan Gas, Unit Pembangkit Listrik dan terakhir adalah pembangunan Unit Transmisi dan Distribusi Jaringan Listrik. Identifikasi dan analisa risiko proyek pembangunan PLTSa di Palembang ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang akan menyebabkan terlambatnya proses pelaksanaan proyek, sehingga diharapkan adanya rekomendasi mitigasi terhadap proses Pembangunan PLTSa di Palembang yang dilakukan oleh PT PEI dan dapat mengurangi *prosentase* peluang terlambatnya proyek pembangunan pembangkit listrik selanjutnya

Identifikasi risiko merupakan tahapan paling penting dalam melakukan proses manajemen risiko. Pada tahap ini dilakukan analisa risiko terhadap proyek

PLTSa dengan metode *Failure Failure Modes, Effects and Criticality Analysis* (FMECA). FMECA merupakan metode lanjutan dari *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) yang ditambah dengan proses *Criticality Analysis* (CA). FMEA merupakan metode desain yang sistematis dalam mengidentifikasi dan mencegah masalah yang terjadi pada produk dan proses. Sedangkan CA merupakan analisis terhadap urutan kegagalan yang terjadi menurut tingkat kepentingan yang berdasarkan tingkat kegagalan dan keparahannya (US, 1980). *Criticality Analysis* (CA) berguna untuk mengklasifikasikan setiap efek potensi kegagalan yang menjadi dasar untuk penentuan prioritas mitigasi (Mraz & Hubber, 2002). Dengan kata lain, FMECA merupakan metode yang mengidentifikasi dan mengestimasi potensi kegagalan berdasarkan tingkat dampak kegagalan dan keparahan dari sebuah produk atau proses yang bertujuan untuk dapat mencegah atau meminimasi masalah yang akan mempengaruhi ketepatan waktu pengerjaan proyek. Beberapa kelebihan dari metode ini antara lain dapat memastikan seluruh potensi kegagalan atau risiko dan akibatnya yang telah teridentifikasi sehingga dapat membantu untuk mengidentifikasi kegagalan yang akan terjadi dan menentukan mitigasi perbaikannya, dan dapat membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan Masalah pada penelitian ini adalah bagaimana meminimalkan peluang terjadinya keterlambatan dan mengurangi tingkat keparahan yang akan dihadapi bila keterlambatan terjadi pada proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang dengan konsep pendekatan manajemen risiko.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah::

1. Mengidentifikasi faktor apa saja yang dapat menyebabkan keterlambatannya proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang.
2. Mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang.

3. Menentukan tindakan (mitigasi) yang harus dilakukan terhadap faktor penyebab keterlambatan proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dalam dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Meminimalkan peluang terjadi keterlambatan proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang.
2. Mengetahui faktor mana saja yang dapat meminimalkan peluang terlambatnya proses pelaksanaan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang oleh PT. Pasadena Engineering Indonesia.
3. Memberikan rekomendasi hasil upaya mitigasi terhadap risiko pada Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang
4. Mengetahui kerugian yang akan dialami PT.PEI apabila risiko yang diidentifikasi terjadi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi batasan dan asumsi yang digunakan untuk membatasi dan memfokuskan serta menyederhanakan permasalahan yang ada dengan metode ilmiah atau upaya simplifikasi untuk mempermudah proses penelitian ini.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Risiko yang dianalisis adalah risiko yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek PLTSa di Palembang.
2. Faktor-faktor keterlambatan yang diidentifikasi, dilihat dari sudut pandang para *engineer* di PT. Pasadena Engineering Indonesia sebagai kontraktor.

1.5.2 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak terjadi perubahan struktur organisasi, visi, dan misi dan kebijakan di PT Pasadena Engineering Indonesia selama penelitian berlangsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berisikan rincian laporan Tugas Akhir yang akan menjelaskan mengenai langkah-langkah dalam pembuatan penelitian Tugas Akhir secara singkat. Berikut ini adalah sistematika penulisan dalam penelitian Tugas Akhir ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab Pendahuluan ini berisi latar belakang perlunya penelitian Tugas Akhir ini, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dari adanya penelitian Tugas Akhir ini, ruang lingkup penelitian yang mencakup batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan yang menjelaskan rincian bab-bab yang terdapat dalam laporan penelitian Tugas Akhir ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka ini berisi landasan awal dari penelitian Tugas Akhir yang dilakukan dengan menggunakan berbagai studi literatur yang berguna untuk membantu penulis untuk menentukan metode yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian ini berisi tahapan-tahapan proses penelitian atau langkah-langkah pengerjaan penelitian dari perumusan masalah hingga kesimpulan dan saran, yang harus dilakukan penulis dalam menjalankan penelitian agar berjalan lebih sistematis, tersusun dan terarah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data ini berisi pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk bahan analisa dan interpretasi data. Tahap pengumpulan data berguna untuk mengumpulkan data-data pendukung. Proses pengolahan data meliputi perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), penentuan *rangking* risiko, penentuan prioritas risiko dan penentuan rencana mitigasi.

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab Analisa dan Pembahasan ini berisikan hasil pengolahan data yang merupakan analisa risiko dan analisa risiko kritis dan analisa terhadap mitigasi perbaikan dan analisa simulasi monte carlo.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab Kesimpulan dan Saran ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian Tugas Akhir yang menjawab setiap tujuan yang telah ditulis pada bab Pendahuluan sebelumnya dan saran yang diberikan untuk Perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

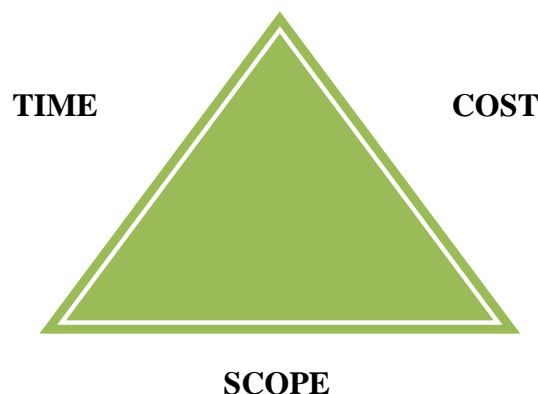
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan penelitian yang terdiri dari proyek, risiko, dan metode yang digunakan yaitu *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis* (FMECA). Pada penjelasan proyek akan dijelaskan mengenai definisi proyek dan siklus hidup proyek. Pada penjelasan risiko akan dijelaskan mengenai definisi, langkah-langkah identifikasi risiko dan analisis risiko. Setelah itu dilakukan FMECA dari probabilitas risiko yang ada terhadap keterlambatan proyek.

2.1 Proyek

Dalam *PMBOK Guide* (2013) disebutkan bahwa proyek adalah pekerjaan temporer, sementara dan tidak berulang, yang dikerjakan untuk menciptakan suatu produk atau pelayanan yang memiliki keunikan. Sedangkan, manajemen proyek adalah pengawasan dan pengendalian pekerjaan yang dibutuhkan untuk mewujudkan tujuan proyek. Tahapan proses manajemen proyek, yaitu *initiating, planning, excecuting, monitoring, controlling*, dan *closing* (ISO, 2009). Dalam *PMP Study Guide, Fourth Edition* (2013), Joseph Philips menjelaskan setiap proyek dibatasi oleh tiga kendala manajemen proyek yaitu, waktu, biaya dan ruang lingkup. Kualitas dipengaruhi oleh keseimbangan dari ketiga komponen tersebut. Tiga kendala manajemen proyek ini dikenal sebagai segitiga besi.

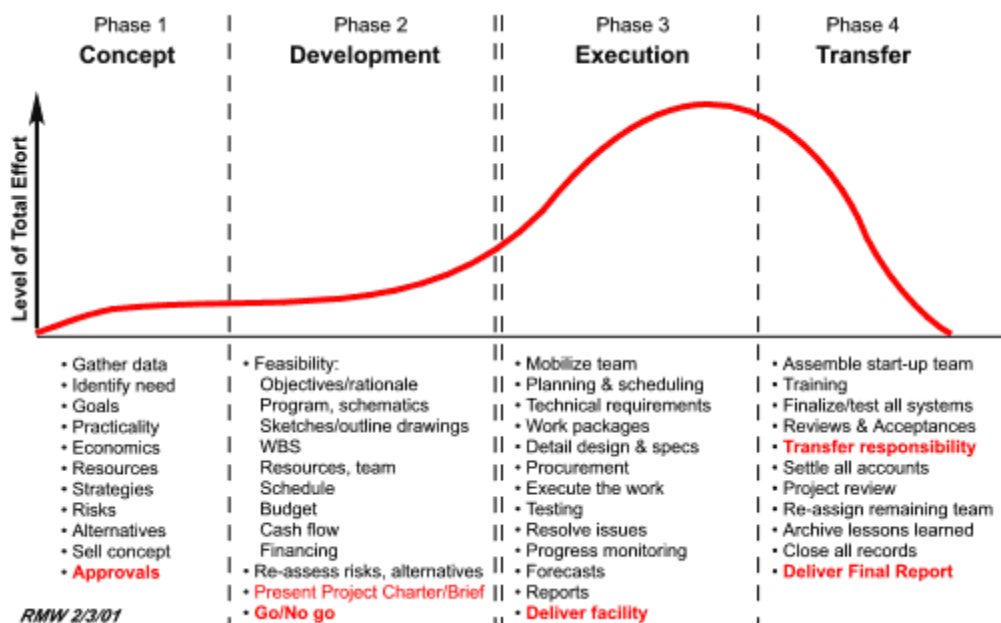


Gambar 2. 1 Pembatas-Pembatas dalam Pelaksanaan Proyek (*Philips, 2013*)

Gambar 2.1 Pembatas-pembatas dalam pelaksanaan proyek menurut Joseph Philips, dalam *PMP Study Guide* menunjukkan bahwa jika salah satu sudut dari segitiga besi tersebut berubah maka kedua lainnya juga harus berubah, jika tidak maka akan mempengaruhi kualitas.

2.1.1 Siklus Hidup Proyek

Proyek dan manajemen proyek memiliki ruang lingkup yang lebih luas apabila dibandingkan dengan proyek itu sendiri. Siklus hidup proyek adalah serangkaian tahapan proyek yang dari inisiasi sampai penutupan (PMI, 2013). Secara grafis tahapan yang dilalui suatu proyek digambarkan seperti **Gambar 2.2** menunjukkan bahwa sumbu-x adalah tahapan siklus dan sumbu-y adalah *level of total effort* atau biaya yang akan dikeluarkan



Gambar 2.2 Siklus Hidup Proyek (Wideman, 2000)

Pada tahapannya, proyek dibagi menjadi 4 yaitu konsepsi, perencanaan, eksekusi, dan operasi. Berikut adalah penjelasan dari 4 tahapan tersebut :

1. Konsepsi

Pada tahap konsepsi, dibagi menjadi 2 tahapan lagi yaitu inisiasi proyek dan kelayakan. Inisiasi adalah titik dimana ide tentang proyek lahir. Pada inisiasi dilakukan pencarian ide, identifikasi masalah, tujuan, dan alternatif solusi. Pada

tahap kelayakan dilakukan investigasi awal untuk melakukan studi kelayakan secara detail.

2. Perencanaan

Pada tahap ini terdiri dari mulai penjadwalan pekerjaan, melakukan penghitungan anggaran dan sistem pengendalian biaya, merancang *Work Breakdown Structure* secara rinci, merencanakan sumber daya manusia dan sumber daya lain, melakukan perencanaan pengendalian risiko, peninjauan pekerjaan, pelaksanaan hasil proyek, dan juga pengujian hasil proyek.

3. Eksekusi

Pada tahap eksekusi ini terbagi menjadi 4 yaitu desain, pengadaan, produksi, dan implementasi. Dalam tahap desain akan diterjemahkan pekerjaan yang dibagi menjadi sub-sub pekerjaan yang lebih kecil dan detail. Dalam tahap pengadaan, dilakukan pengadaan fasilitas-fasilitas pendukung maupun material untuk tahap selanjutnya. Setelah fasilitas tersedia, maka dilakukan pelaksanaan produksi dengan pengendalian sumber daya yang efisien.

4. Operasi

Setelah tahapan eksekusi maka dilakukan tahap operasi, biasanya hasil ini diserahkan ke *user*. Bisa juga melibatkan kontraktor atau lembaga lain yang menanganin tahap ini. Setelah sistem berjalan beberapa waktu bisa jadi sistem tersebut menuntut perubahan karena adanya perubahan lingkungan atau perkembangan teknologi. Hal ini biasanya dilakukan penyesuaian proyek dengan kondisi lingkungan

2.1.2 Keterlambatan Proyek

Keterlambatan Proyek dapat diartikan sebagai waktu pelaksanaan proyek yang berjalan melebihi dari perencanaan (Trauner et al., 2009). Apabila ditinjau dari pembagian keterlambatan proyek (Dinakar, 2014) terdapat 2 jenis keterlambatan proyek, yaitu :

1. *Non-Excusable Delay*

Non-excusable delay adalah keterlambatan yang disebabkan oleh penyedia jasa. Contoh *Non-excusable delay* adalah performasi buruk dari sub-kontraktor,

supplier yang tidak tepat waktu, kesalahan kontraktor jasa dalam pengerjaan dan pemogokan buruh yang disebabkan oleh kesalahan manajemen kontraktor.

2. *Non-Excusable Delay*

Non-excusable delay adalah keterlambatan yang disebabkan oleh penyedia jasa. Contoh *Non-excusable delay* adalah performasi buruk dari sub-kontraktor, supplier yang tidak tepat waktu, kesalahan kontraktor jasa dalam pengerjaan dan pemogokan buruh yang disebabkan oleh kesalahan manajemen kontraktor.

3. *Excusable Delay*

Secara umum *excusable delay* didefenisikan sebagai keterlambatan yang disebabkan oleh pengguna jasa serta pihak-pihak pengguna jasa. Selain itu, *excusable delay* juga didefenisikan sebagai keterlambatan yang disebabkan oleh pihak ketiga atau insiden yang terjadi diluar pengendalian kedua pihak. Contoh *delay* yang termasuk *excusable delay* adalah bencana alam, kebakaran, banjir, perubahan pemilik, dan keadaan cuaca yang buruk

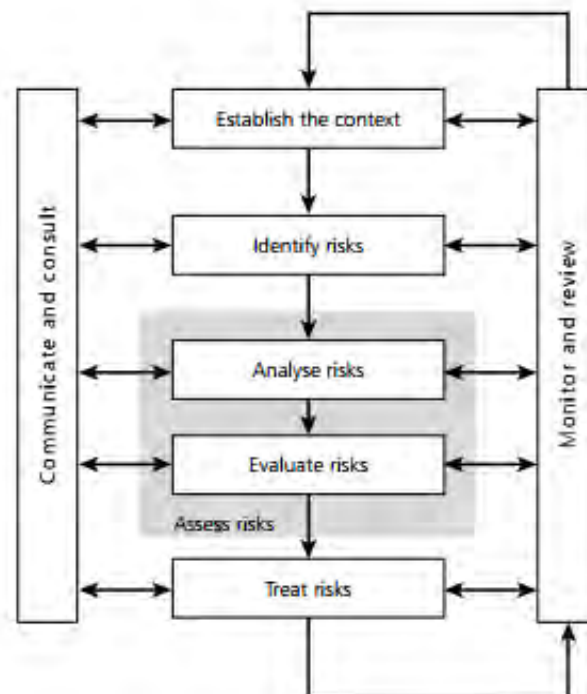
2.2 Risiko

Menurut AS/NZS 4360:1999 *Risk Management* (1999), risiko adalah peluang dari terjadinya sesuatu yang dapat mempengaruhi tujuan yang terukur dari konsekuensi dan *likelihood* (kemungkinan). Dalam suatu proyek, risiko adalah peristiwa atau kondisi yang tidak pasti yang bila terjadi akan memiliki konsekuensi positif atau negatif pada satu atau beberapa tujuan proyek. Risiko pada proyek memungkinkan terjadinya dampak pada ruang lingkup, biaya, jadwal dan kualitas dari proyek tersebut (PMI, 2013). Dari pengertian risiko diatas dapat disimpulkan secara kuantitatif risiko dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Risk = Consequences \times Likelihood \quad (2.1)$$

2.2.1 Tahapan Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses yang sistematis dalam merencanakan, mengidentifikasi, menganalisis, merespon dan mengontrol risiko proyek (*Institute*, 2013). Sedangkan menurut Australian/New Zealand *Standard AS/NZS 4360:1999 Risk Management* (1999), manajemen risiko proses adalah aplikasi yang sistematis dari manajemen kebijakan, prosedur dan praktek yang mencakup proses identifikasi, analisis, evaluasi, respon, kontrol dan komunikasi terhadap risiko. Berikut adalah pemaparan proses manajemen risiko mulai dari tahap komunikasi awal sampai dengan tahap pengawasan :



Gambar 2.3 Risk Management Process Overview (AS,1999)

- ***Communicate and Consultation***

Pada tahap komunikasi dan konsultasi ini dilakukan dengan pihak stakeholder internal dan eksternal sehingga dari proses manajemen risiko dapat memperhatikan proses secara menyeluruh.

- ***Establishing The Context***

Pada tahap ini dilakukan penetapan ruang lingkup organisasi, hubungan

dengan lingkungan eksternal maupun internal, serta tujuan dan strategi organisasi tersebut. Secara umum penetapan ruang lingkup berisikan deskripsi dari perusahaan yang diamati, produk/jasa yang dihasilkan oleh perusahaan, faktor-faktor kritis yang mempengaruhi perusahaan, stakeholder terkait, dan juga kriteria evaluasi risiko yang ada.

- ***Identify Risk***

Pada tahap ini dilakukan identifikasi risiko-risiko yang dihadapi dimana identifikasi tersebut dilakukan dengan membuat pertanyaan *where, when, why, and how* dari kejadian-kejadian yang dapat digunakan dalam tahap identifikasi ini. Identifikasi dilakukan dengan metode seperti *checklist*, penilaian berdasarkan pengalaman, observasi, serta wawancara langsung dengan objek yang akan diidentifikasi. Risiko dapat diambil dari beberapa sumber, antara lain tingkah laku manusia, isu teknologi, bahaya kesehatan dan keamanan, legalisasi, kebijakan, peralatan dan perlengkapan, lingkungan, keuangan/pasar dan kejadian alam.

- ***Analyze The Risk***

Pada tahapan ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu analisis risiko secara kuantitatif dan analisis risiko secara kualitatif. Analisis risiko secara kualitatif adalah proses penentuan prioritas untuk analisis atau tindakan respon dengan mengukur dan mengkombinasikan probabilitas terjadinya risiko serta dampak dari risiko tersebut (PMI, 2013). Analisis ini dinilai sebagai tahapan yang paling efektif dalam penghematan biaya dan waktu. Menurut *PMBOK Guide* (2013) berikut ini adalah penjelasan mengenai Analisa Risiko Secara Kualitatif dan Kuantitatif.

- **Analisa Risiko Secara Kualitatif**

Analisa risiko kualitatif memprioritaskan risiko yang telah diidentifikasi untuk pengambilan tindakan selanjutnya. Hal-hal yang diperlukan dalam menganalisis dampak risiko secara kualitatif adalah data risiko yang diambil dari data historis perusahaan, rencana manajemen risiko, dan daftar risiko. Hasil akhirnya adalah penggolongan risiko berdasarkan matriks probabilitas dan dampak risiko.

- **Analisa Risiko Secara Kuantitatif**

Analisa risiko kuantitatif merupakan proses untuk mengukur dampak secara

keseluruhan dengan menggunakan simulasi komputer menggunakan skenario risiko yang bervariasi. Metode yang diperlukan dalam analisa risiko kuantitatif antara lain adalah sebagai berikut:

- ❖ Metode Pengumpulan Data dan Metode Representasi

Metode ini dapat dilakukan melalui interview, distribusi probabilitas dan pertimbangan yang berpengalaman.

- ❖ Metode Analisis Risiko Kuantitatif dan Permodelan

- a) Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas membantu menentukan risiko mana yang memiliki dampak yang paling potensial dalam kegiatan.

- b) Analisa Nilai Moneter yang diharapkan (*Expected Monetary Value/ EMV*)

EMV merupakan konsep statistik yang menghitung hasil rata-rata ketika berada dalam kondisi yang tidak pasti. EMV dihitung dengan cara mengalikan nilai tiap nilai hasil yang mungkin dengan probabilitas terjadinya risiko, dan menambahkan nilai keduanya. Penggunaan EMV yang umum adalah pada analisis pohon keputusan.

- c) Analisa Pohon Keputusan (*Decision Tree Analysis*)

Analisa pohon keputusan biayanya diatur menggunakan diagram pohon keputusan, yang menjelaskan situasi dan implikasi dari tiap pilihan yang ada dan skenario yang mungkin.

- d) *Modeling* dan Simulasi

Simulasi ini menggunakan model yang menerjemahkan ketidakpastian pada tujuan kegiatan. Simulasi biasanya ditampilkan menggunakan metode *Monte Carlo*. Dalam Simulasi, model dikomputasikan berkali-kali, dengan nilai input diacak dan fungsi distribusi probabilitas yang dipilih untuk setiap iterasi dari distribusi probabilitas dari tiap *variabel*.

- ❖ Beberapa Metode lain untuk menganalisis risiko diantaranya adalah

- a) *Value at Risk* (VAR)

Value at Risk menjelaskan permasalahan mendasar dalam

perhitungan risiko pasar untuk mengetahui risiko *financial* yang mungkin akan terjadi. (Duffie & Pan, 1997)

b) *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem. FTA berorientasi pada fungsi atau lebih dikenal dengan “*top down approach*” karena analisa ini berawal dari sistem *level top* dan meneruskan kebawah (Vesely, et al., 1981)

c) *Hazard Operation* (HazOp)

Hazard Operation merupakan metode untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan operasional *problem* yang berkaitan dengan desain dan *human error* (Qureshi & Shakeel, 2013)

d) *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) atau *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA).

- FMEA merupakan sebuah prosedur dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan untuk mengetahui dan melakukan pencegahan terhadap dampak dari setiap potensi kegagalan berdasarkan tingkat keparahannya. (US, 1980).
- FMECA merupakan prosedur yang dilakukan setelah analisis kegagalan efek modus untuk mengklasifikasikan setiap efek potensi kegagalan menurut keparahan dan probabilitas tingkat kejadian (Mraz & Hubber, 2002)

Menurut MIL-STD-1629A (1980) FMECA merupakan metode yang cocok untuk proses *improvement* dan kelebihan FMECA dibanding metode yang lain adalah FMECA telah diberlakukannya sistem manajemen mutu *standard* (ISO) dan FMECA merupakan metode yang melakukan tindakan preventif berdasarkan hal yang paling berpengaruh terhadap proses keberlangsungan proyek.

• ***Evaluate Risk***

Pada tahap ini dilakukan perbandingan perkiraan level risiko terhadap kriteria yang ditetapkan dan dilakukan pertimbangan antara potensi keuntungan dan kerugian. Hasil dari evaluasi ini berupa daftar tingkat prioritas

untuk tindakan lebih lanjut. Jika risiko ada pada kategori *low*, maka risiko dapat diterima dan ditangani secara minimal.

- ***Treat Risk***

Pada tahap ini dilakukan penentuan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mengatasi risiko yang telah diidentifikasi. Terdapat beberapa jenis respon risiko yang dapat digunakan dalam penyusunan upaya mitigasi (PMI, 2013):

- 1) *Avoidance* : bentuk respon terhadap risiko dimana tim proyek akan melakukan perubahan rencana proyek untuk mengeliminasi risiko atau dampak dari risiko demi menjaga pencapaian tujuan proyek. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah jumlah *resources*, menambah jangka waktu pengerjaan proyek, melakukan perubahan terhadap *scope* proyek.
- 2) *Transference* : bentuk respon terhadap risiko dimana tim proyek akan mengalihkan dampak finansial dari risiko kepada pihak lain sesuai dengan kesepakatan kontrak
- 3) *Reduction/Mitigation* : bentuk respon terhadap risiko dimana tim proyek akan mencari alternative tindakan untuk mengurangi probabilitas atau konsekuensi dari terjadinya risiko. Perencanaan tindakan mitigasi pada umumnya membutuhkan biaya dan waktu
- 4) *Acceptance* : bentuk respon terhadap risiko dimana tim proyek akan memutuskan untuk menerima risiko yang ada, tidak melakukan perubahan pada perencanaan proyek ataupun menyusun strategi pencegahan agar risiko tersebut tidak terjadi

Mitigasi risiko merupakan tahapan upaya penanggulangan atau pemberian respon terhadap risiko yang digunakan untuk mengurangi probabilitas terjadinya risiko yang ada. Proses ini berjalan setelah analisa risiko kualitatif yang telah dilakukan. Mitigasi atau penanggulangan risiko ini harus sesuai dengan konteks risiko yang sedang dihadapi, sesuai dengan efektifitas biaya proyek, disetujui oleh seluruh pihak yang terlibat dalam proyek, serta menjadi tanggung jawab bagi pihak yang bersangkutan. Perencanaan bentuk mitigasi ini bertujuan untuk mengatur, mengeliminasi ataupun mengurangi risiko hingga batas yang ditentukan. Adanya pertimbangan dalam pemilihan alternatif tindakan mitigasi

ini sangat diperlukan untuk menentukan langkah terbaik. Apabila bentuk mitigasi telah diimplementasikan, kemudian akan dilakukan *monitoring* secara kontinyu.

- *Monitoring and Review*

Tahap ini diperlukan untuk memonitor efektivitas pada setiap tahap dari proses manajemen risiko. Hal yang diperlukan untuk perbaikan secara berkelanjutan. Pengukuran risiko dan efektifitas perlu dimonitor untuk memastikan perubahan keadaan tidak mengubah prioritas.

2.3 Failure Mode and Effects Criticality Analysis (FMCEA)

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengembangan dari metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) ditambah dengan proses *Criticality Analysis*. FMEA merupakan sebuah prosedur dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan untuk mengetahui dan melakukan pencegahan terhadap dampak dari setiap potensi kegagalan berdasarkan tingkat keparahannya. Sedangkan CA merupakan analisis terhadap urutan kegagalan yang terjadi berdasarkan kombinasi pengaruh tingkat keparahan (*severity*) dengan peluang kemunculannya (*occurance*) (US, 1980). Menurut The American Society for Quality Mraz & Hubber (2005), FMECA merupakan prosedur yang dilakukan setelah analisis kegagalan efek modus untuk mengklasifikasikan setiap efek potensi kegagalan menurut keparahan dan probabilitas tingkat kejadian. Manfaat dari metode FMECA adalah dapat mengetahui potensi kegagalan dari suatu proses atau produk, dapat mengidentifikasi dampak risiko dan memprioritaskan tindakan korektif terhadap risiko-risiko tersebut, mengidentifikasi dan melakukan tindakan korektif atau perbaikan berdasarkan dampak yang paling serius. Keuntungan yang lainnya adalah meningkatkan kualitas dan meningkatkan kepuasan pelanggan (US, 1980). Berdasarkan metode FMECA parameter-parameter penilaian risiko-risiko tersebut antara lain tingkat dampak (*Severity*), peluang kemunculan (*occurance*) dan tingkat pendeteksian/pencegahan risiko (*detection ranking*). Berikut ini adalah tahapan-tahapan dari pengerjaan analisa risiko dengan metode FMECA menurut MIL-STD-1629A (1980):

2.3.1 Identifikasi Potensial *Effect*

Dampak resiko (*potential effect*) merupakan akibat dari satu risiko atau kegagalan yang dirasakan oleh *customers*, baik *internal* atau *external customers*. Masing-masing risiko dapat memiliki satu atau lebih dampak yang dapat menghambat upaya pencapaian sasaran strategi. Proses ini penting untuk dilakukan karena dapat mempengaruhi penilaian terhadap risiko, membantu menentukan tingkat dampak (*severity*) yang nantinya akan berpengaruh terhadap penentuan prioritas risiko.

2.3.2 Identifikasi Penyebab Risiko (*Risk Causes*)

Risk Causes adalah indikasi bagaimana risiko atau kegagalan dapat terjadi yang menggambarkan sesuatu dapat dikontrol atau diperbaiki sehingga mampu mencegah terjadinya suatu risiko. Proses ini penting untuk dilakukan karena selain berpengaruh terhadap penilaian risiko, membantu menentukan tingkat kemunculan (*occurance*) juga menjadi landasan dalam menentukan rencana mitigasi risiko.

Proses identifikasi penyebab risiko (*risk causes*) dilakukan dengan mengidentifikasi akar permasalahan dari masing-masing risiko yang telah teridentifikasi sebelumnya secara menyeluruh dimana suatu risiko dapat terdiri dari beberapa penyebab risiko dan juga sebaliknya.

2.3.3 Identifikasi *Current Control*

Metode pendeteksi/pencegah (*current control*) merupakan aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk mencegah atau mendeteksi suatu risiko. Beberapa risiko memiliki metode ataupun alat yang digunakan untuk mendeteksi maupun mencegah terjadinya risiko, namun tidak sedikit pula risiko yang tidak memiliki metode pendeteksi karena kejadian yang tidak dapat dipikirkan. Proses identifikasi dilakukan dengan melakukan diskusi dan wawancara dengan pihak manajemen PT. PEI dan beberapa pihak lain yang terkait.

2.3.4 Menentukan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection*

Salah satu tahap terpenting dalam metode FMECA ialah penilaian risiko. Penilaian risiko didasarkan pada tiga parameter, yaitu dampak (*severity*), peluang kejadian (*occurance*) dan tingkat deteksi (*detection ranking*).

Severity adalah penilaian terhadap tingkat pengaruh dari risiko atau kegagalan. *Occurance* adalah penilaian terhadap seberapa sering risiko atau kegagalan terjadi. Sedangkan *detection* adalah penilaian terhadap seberapa baik metode pendeteksi atau pengendalian terhadap risiko yang saat ini telah dilakukan

Penentuan *severity*, *occurance* dan *detection ranking* dilakukan dengan menggunakan kuisioner penilaian. Skala yang digunakan adalah 1-6, semakin besar nilai suatu parameter semakin besar pula tingkat risiko yang terjadi. Responden yang ditentukan untuk penyebaran kuisioner adalah *engineer* PT PEI yang expert dalam Proyek PLTSa di Palembang.

Tabel 2.1 Contoh Deskripsi Skala Kuantifikasi S (*Severity*), O (*Occurance*) dan D (*Detection*)

Level	S	O	D
1	No	Almost Never	Almost Certain
2	Very Slight	Remote	Very High
3	Slight	Very Slight	High
4	Minor	Slight	Moderately High
5	Moderate	Low	Medium
6	Significant	Medium	Low
7	Major	Moderately High	Minor
8	Extreme	High	Very Slight
9	Serious	Very High	Remote
10	Hazardous	Almost Certain	Almost Never

Sumber: *Shahin. A (2004)*

2.3.5 Menghitung Nilai Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan perhitungan sederhana dari perkalian masing-masing parameter, *Severity*, *Occurance* dan *detection ranking*.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2.2)$$

Dimana:

RPN = Nilai Prioritas Suatu Risiko (*Risk Priority Number*)

Severity = Tingkat dampak suatu risiko

Occurance = Tingkat kemunculan risiko

Detection = Tingkat kemampuan deteksi risiko.

3.4 Simulasi Monte Carlo

Monte Carlo adalah algoritma komputasi yang memiliki prinsip kerja membangkitkan angka-angka acak atau *sampel* dari variabel acak yang telah diketahui distribusinya (Tjing, 2001). Bilangan random pada simulasi ini adalah sebuah representasi dari suatu kejadian yang tidak pasti datangnya. Kejadian tersebut digambarkan menjadi sebuah distribusi probabilitas.

Dalam simulasi Monte Carlo sebuah model dibangun berdasarkan sistem yang sebenarnya. Setiap variabel model tersebut memiliki nilai probabilitas yang berbeda-beda yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitasnya. Dengan mensimulasikan berulang-ulang sampai ratusan atau ribuan kali, diharapkan hasil yang didapatkan dapat mencakup sistem secara keseluruhan.

3.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait topik manajemen risiko keterlambatan proyek. Berikut ini akan dijelaskan mengenai beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan acuan atau referensi dalam penelitian ini:

- 1) Muhammad Revi Renaldi

Judul: Analisa Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Tangki X di TTU-Tuban (Studi Kasus: PT. Pertamina UPMS V)

Penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang dapat menyebabkan proyek Pembangunan Tangki X di TTU-Tuban mengalami keterlambatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko-risiko yang mempengaruhi keterlambatan suatu proyek mulai dari identifikasi, analisis, evaluasi, dan mitigasi. Penelitian ini juga menggunakan simulasi *monte carlo* untuk mengestimasi keterlambatan dan kerugian yang akan dialami apabila risiko-risiko tersebut terjadi pada aktivitas proyek.

- 2) Yulyati Simamora

Judul: Analisa Risiko pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Ajinomoto Berdasarkan Konsep Manajemen Risiko Lingkungan

Penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis risiko lingkungan berdasarkan konsep manajemen risiko lingkungan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Root Causes Analysis* (RCA). Penelitian ini juga memberikan usul atau rekomendasi untuk mitigasi risikonya.

- 3) Ridhati Amalia

Judul: Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dalam pelaksanaan proyek pembangunan Sidoarjo Town Square dan mengetahui faktor-faktor penyebab proyek ini mengalami keterlambatan. Metode yang digunakan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan yaitu metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Method Obtain Cut Set* (MOCUS). Langkah-langkah memperoleh data dilakukan melalui wawancara.

- 4) Rahmi Dewi Octavia

Judul: Identifikasi dan Analisa Risiko konstruksi dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Nagreg V Bandung.

Penelitian ini meneliti tentang identifikasi dan analisa risiko. Identifikasi pada penelitian ini dilakukan dengan mencari *failure mode* pada setiap proses pekerjaan. Untuk mengetahui penyebab dari *failure mode* tersebut digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sedangkan untuk mengetahui efek dari *failure mode* digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dari FTA akan didapatkan nilai *probability* kejadian risiko sedangkan dari FMEA akan diketahui nilai dari besarnya dampak yang timbul dari risiko tersebut.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

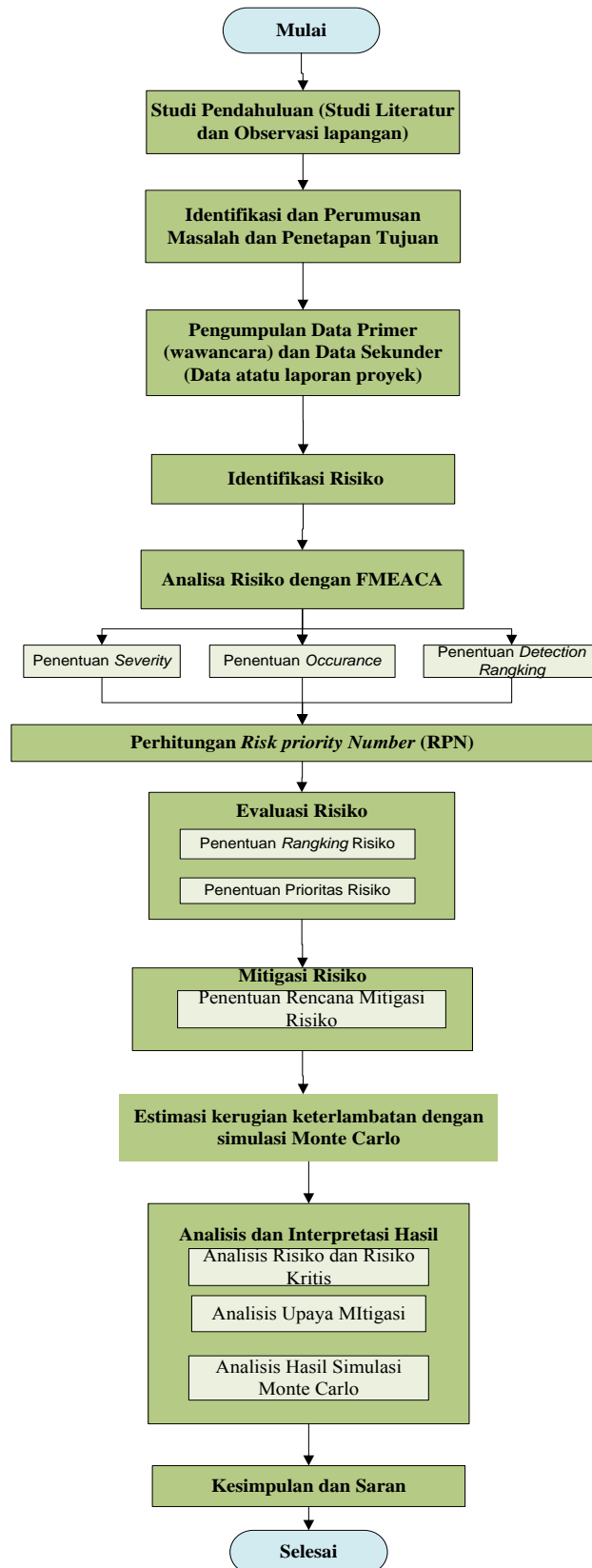
Pada bab ini diuraikan mengenai tahapan sistematis yang akan dilakukan selama proses pemecahan masalah penelitian. Metodologi penelitian ini digunakan sebagai acuan sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis. Tahapan pengerjaan akan digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan dan *flowchart* model konseptual sistem. *Flowchart* tahapan proses pengerjaan yang akan dilakukan dalam penelitian akan ditampilkan dalam **Gambar 3.1**.

1.1 Studi Pendahuluan

Pendahuluan merupakan tahap pertama dalam melakukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai permasalahan yang akan dibahas. Tahap ini dilakukan dengan melakukan studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur adalah aktivitas pencarian teori-teori pendukung dari berbagai sumber yang berhubungan dengan penelitian ini. Teori tersebut didapatkan dari jurnal, artikel, buku, ataupun sumber lain yang relevan sebagai bahan referensi pada penelitian ini. Diantaranya adalah mengenai proyek, dan konsep manajemen risiko. Sedangkan studi lapangan berisikan identifikasi langsung mengenai kondisi di lapangan sehingga dapat memberikan gambaran umum atau data-data terkait objek penelitian. Dengan melakukan studi pendahuluan diketahui ruang lingkup pembahasan penelitian ini, yaitu manajemen risiko keterlambatan Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang oleh PT. Pasadena Engineering Indonesia.

1.2 Identifikasi Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian

Tahap identifikasi perumusan masalah dan penentuan tujuan penelitian ini merupakan tahap selanjutnya yang harus dilakukan dalam melakukan sebuah penelitian. Tahap ini terdiri dari 2 subtahap.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

1.2.1 Identifikasi Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan proses untuk memformulasikan masalah-masalah yang terdapat pada dunia nyata dengan menggunakan teori yang ada sehingga dapat dibentuk sebuah model penelitian yang sistematis. Identifikasi perumusan masalah ini bertujuan agar penelitian dapat dilakukan secara lebih fokus pada permasalahan yang ingin dipecahkan. Perumusan masalah diidentifikasi dengan membuat suatu pernyataan-pernyataan khusus agar memperjelas penyelesaian masalah tersebut.

1.2.2 Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ialah hal-hal yang ingin dihasilkan dari penelitian yang dilakukan. Tujuan Penelitian dibuat berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah ditentukan.

3.3 Pengumpulan Data

Sebelum melakukan pengolahan data dan analisa, terlebih dahulu kita harus mendapat data sebagai dasar asumsi untuk mengetahui kinerja kegiatan pelaksanaan suatu proyek. Adapun data yang dibutuhkan terbagi dalam data primer dan data sekunder:

1. Data Primer

Data Primer yang dibutuhkan untuk pengolahan data untuk hasil analisis adalah sebagai berikut:

- Wawancara dan pemberian kuisioner dalam bentuk *Focus Group Discussion* (FGD) dengan *Board of Management* PT PEI, *project manager* proyek Pembangunan PLTSa di Palembang, dan di Riau, *operasional manager* dan *procurement manager* proyek pembangunan PLTSa di Palembang untuk mengetahui kondisi perusahaan, dan kondisi proyek pembangunan PLTSa serta untuk mengetahui faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek serta solusinya

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder umumnya

berupa bukti, catatan atau laporan historis yang sudah tersusun dalam arsip yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan.

- Data sekunder yang diperlukan dalam penyusunan penelitian ini adalah data aktivitas-aktivitas Proyek Pembangunan PLTSa dan laporan progres proyek

1.3 Identifikasi Risiko

Tahap paling penting dalam melakukan manajemen risiko ialah tahap identifikasi risiko. Pada penelitian ini risiko yang akan diidentifikasi ialah risiko yang berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam proses pelaksanaan proyek. Pada tahap ini langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi aktivitas-aktivitas proyek Pembangunan PLTSa di Palembang dan progres kegiatan proyek yang sudah berjalan. Langkah selanjutnya adalah melakukan filtrasi risiko dari hasil wawancara dan *brainstorming* dengan pihak *ekspert (Focus Group Discussion)* sehingga menghasilkan daftar variabel risiko (*Risk Event*) data *potential effect*, data *Risk Causes* dan data *current control* untuk setiap variabel risiko.

3.5 Analisa Risiko dengan FMECA

Analisa risiko dilakukan untuk melakukan penilaian dan pemetaan risiko-risiko yang telah di filtrasi dan teridentifikasi pada tahap sebelumnya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Failure Modes and Effects Criticality Analysis* (FMECA). Berdasarkan metode FMECA parameter-parameter penilaian untuk risiko-risiko tersebut antara lain tingkat dampak (*severity*), peluang muncul (*occurrence*) dan tingkat pendeteksian (*detection ranking*). Proses identifikasi *potential effect* penting untuk dilakukan karena akan mempengaruhi penilaian terhadap risiko, membantu menentukan tingkat dampak (*severity*), yang akan berpengaruh terhadap penentuan prioritas risiko. Sementara proses identifikasi penyebab risiko (*risk causes*) dilakukan dengan mengidentifikasi akar permasalahan dari masing-masing risiko yang telah teridentifikasi sebelumnya secara menyeluruh, suatu penyebab risiko (*risk causes*) dapat menyebabkan terjadinya beberapa risiko. Proses *risk causes* ini bertujuan untuk menentukan nilai *occurrence*. Selanjutnya untuk memperoleh nilai *detection ranking*

dibutuhkan proses identifikasi *current control* yang merupakan aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk mencegah atau mendeteksi suatu risiko. Digunakan kuisioner penilaian untuk penentuan *severity*, *ocurance* dan *detection ranking* yang dilakukan dengan menggunakan skala 1-6, makin besar nilai skala makin besar pula risiko yang terjadi. Dari nilai ketiga parameter ini maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan dari perkalian masing-masing parameter, *severity*, *ocurance* dan *detection ranking* untuk menentukan prioritas risiko yang akan ditangani terlebih dahulu.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2.3)$$

3.6 Tahap Evaluasi Risiko

Tahap evaluasi resiko bertujuan untuk membuat keputusan berdasarkan hasil analisa risiko, yaitu menentukan risiko apa saja yang perlu diprioritaskan untuk dilakukan penanganan pembuatan rencana mitigasi. Pada tahap ini diagram *pareto* digunakan untuk menganalisis penentuan tingkat prioritas risiko.

3.6.1 Penentuan Ranging Risiko

Tahap memetakan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dilakukan setelah masing-masing risiko diberikan penilaian. Metode diagram *pareto* digunakan dalam memetakan nilai RPN. Diagram batang menunjukan nilai RPN dari tiap-tiap risiko yang diurutkan dari risiko dengan nilai terbesar hingga risiko dengan nilai terkecil. Sedangkan diagram garis menunjukan akumulasi nilai dari masing-masing risiko mulai dari risiko dengan nilai terbesar samapai dengan risiko nilai terkecil.

3.6.2 Penentuan Prioritas Risiko

Tahap selanjutnya ialah melakukan penentuan prioritas risiko. Risiko yang ditentukan untuk diprioritaskan terlebih dahulu penanganannya ialah risiko-risiko yang termasuk kedalam risiko tingkat tinggi, yaitu risiko-risiko yang memiliki nilai kumulatif RPN sebesar 80% dari total nilai kumulatif RPN seluruh risiko. Hal ini dikarenakan besarnya pengaruh setiap risiko tersebut terhadap pencapaian sasaran strategis divisi yang digambarkan oleh akumulasi nilai RPN dari risiko-risiko

tersebut yang mencapai 80% dari total akumulasi nilai RPN. Tujuan dari penentuan prioritas ini adalah untuk memfokuskan penanganan terhadap risiko-risiko yang paling berpengaruh terhadap ketercapaian sasaran strategis perusahaan sehingga dapat mengefisiensi sumber daya untuk tidak melakukan penanganan terhadap risiko-risiko yang pengaruhnya tidak terlalu signifikan terhadap ketercapaian strategis PT PEI

3.7 Tahap Mitigasi Risiko

Tahap ini dilakukan berdasarkan prioritas risiko. Untuk risiko-risiko yang diprioritaskan, ditangani terlebih dahulu dan dibuat rencana mitigasinya. Fokus perencanaan mitigasi hanya pada risiko-risiko yang termasuk pada risiko tinggi atau berbahaya. Mitigasi dilakukan berdasarkan *risk causes* atau penyebab terjadinya risiko. Setiap *risk causes* dari risiko yang diprioritaskan akan diambil tindakan mitigasi. *Risk Causes* diperoleh dari pengambilan data historis perusahaan, wawancara dengan pihak terkait serta pengembangan ide permasalahan. Hasil dari tahap ini adalah mitigasi terhadap risiko prioritas.

3.8 Tahap Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* dilakukan untuk mengestimasi kerugian yang akan ditimbulkan akibat dari keterlambatan yang terjadi. Input dari model simulasi ini adalah nilai *severity* dan nilai *occurance* yang dikonversikan menjadi probabilitas dan skala keterlambatan. Dalam simulasi *Monte Carlo* dilakukan 1000 replikasi agar mencakup kondisi sistem secara keseluruhan. Dari hasil simulasi tersebut akan didapatkan total keterlambatan proyek (dalam bulan) yang terjadinya risiko pada aktivitas utama (lintasan kritis). Total keterlambatan lalu dikalikan dengan biaya *penalty* per bulan maka akan menghasilkan estimasi kerugian proyek tersebut.

3.9 Tahap Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan pembahasan mengenai hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Selain itu akan dilakukan pula analisis risiko, analisis prioritas risiko dan analisis upaya mitigasi dan analisa hasil simulasi *monte carlo*.

3.10 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Tahap ini berisikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan yang menjelaskan keseluruhan kegiatan yang dilakukan mulai dari tahap identifikasi perumusan masalah dan penetapan tujuan hingga dihasilkan solusi dari pemecahan masalah yang ditujukan untuk menjawab perumusan masalah dan menjelaskan tujuan dari penelitian. Sedangkan saran yang diberikan ialah saran yang direkomendasikan untuk PT. Pasadena Engineering Indonesia dan untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap pengumpulan data yang diperoleh dari objek amatan lalu dilakukan pengolahan data yang nantinya akan menjadi input pada tahap analisa dibawah selanjutnya.

4.1 Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Palembang

Proyek yang akan dianalisa risiko keterlambatannya adalah proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah kota (PLTSa) di Palembang. Proyek ini merupakan proyek dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Maksud dan tujuan proyek ini adalah melaksanakan pembangunan dan pemasangan PLTSa dengan kapasitas pasang 500 kW dengan teknologi *landfill* gas di TPA Sukawinatan, Kecamatan Sukarami, Kota Palembang.

TPA Sukawinatan di Palembang menjadi pusat pembuangan dan pengolahan sampah dengan luas lahan 25 hektar. Dalam proyek pembangunan PLTSa, gas yang berasal dari pembusukan sampah yang berada di TPA Sukawinatan akan dikonversikan menjadi energi listrik.



Gambar 4.1 Keadaan Lahan TPA Sukawinatan



Gambar 4.2 Pengelolaan Sampah di TPA Sukawinatan

Dalam proses pengerjaannya, proyek PLTSa terbagi menjadi 7 lingkup pekerjaan, anantara lain:

a) Perancangan/Engineering

Hal yang dilakukan dalam lingkup pekerjaan ini antara lain: membuat *layout*, menyusun komponen sistem, melakukan perencanaan rinci, membuat gambar perencanaan, membuat *Bill Of Quantity* (BOQ), membuat spesifikasi teknis, menyusun jadwal pelaksanaan dan menyusun SOP.

b) Pembangunan Unit Pengumpulan Gas

Unit ini berfungsi mengumpulkan gas yang dihasilkan sampah *landfill*. Unit pengumpulan gas ini berupa sumur-sumur gas yang telah dipasang dengan pipa pengumpul. Sumur gas yang akan dibuat merupakan variasi sumur gas vertikal (*vertical collection well*) dan sumur gas horizontal (*horizontal collection well*). Gas yang telah terperangkap dalam pipa kemudian di alirkan ke unit pengolahan gas.

c) Unit Pengolahan/*Treatment* Gas dan Mesin Gas (Pembangkit Listrik)

Unit ini berfungsi untuk mengelola gas yang diambil dari sumur gas. Gas tersebut dihilangkan pengotornya yang berupa partikula padat dan uap air. Lalu, gas harus didinginkan untuk mengurangi kadar air, untuk itu gas harus dimasukkan kedalam sistem pendingin gas. Untuk memisahkan tetapan air dengan baik aliran gas dingin harus melewati *filter* atau *demister*. Kondensat harus dipisahkan secara terus menerus tekanan minus dialat pendingin harus dikompensasi dengan pipa barometika atau pompa kondensat. Unit ini berfungsi menghasilkan listrik yang digunakan untuk disalurkan ke masyarakat dan juga untuk mengerjakan peralatan di PLT sampah kota. Gas yang telah dimurnikan digunakan sebagai bahan bakar pada mesin gas untuk membangkitkan listrik. Listrik yang dibangkitkan kemudian dihubungkan ke jaringan PLN untuk didistribusikan kepada pengguna.

d) Sistem Transmisi dan Distribusi Jaringan Listrik

Sistem ini berfungsi sebagai jaringan penghubung ke PLN. Bagian ini mentransformasikan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan menengah ataupun sebaliknya. Dari bagian ini listrik kemudian didistribusikan menuju PLN. Selain itu, unit ini juga dapat digunakan untuk pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan sistem listrik.

e) Unit *Flaring* (Sistem Persyaratan Pengamanan)

Unit ini berfungsi sebagai persyaratan perlengkapan keamanan proses, agar gas yang tidak terpakai dapat dilepaskan ke lingkungan tanpa menimbulkan bahaya. Sistem *Flare* merupakan persyaratan pengamanan yang dipasang untuk mengatasi timbulnya kejadian-kejadian sebagai berikut:

- Terjadinya kelebihan produksi gas dari *landfill* melebihi kapasitas mesin gas.
- Fasilitas pembangkit listrik harus berhenti sementara/tidak dapat dioperasikan
- Kegagalan proses di unit penanganan gas sehingga kadar pengontrol tidak dapat diturunkan sesuai persyaratan.

Jika salah satu dari ketiga hal tersebut terjadi, gas dari *blower* akan langsung dibuang atau dialirkan ke unit *flare* untuk dimusnahkan. Gas dialirkan menuju unit *flare* yang terletak jauh dari peralatan proses, kemudian gas akan langsung terbakar otomatis di *flare* dan dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk terurai dan berbahaya.

f) Sistem Kelistrikan dan Pengendalian (Kontrol)

Sistem ini merupakan sumber energi sekaligus pengendali proses bagi alat-alat di PLT gas. Sesuai dengan acuan, sistem ini akan berupa panel dan kabel-kabel untuk sistem elektrikal; serta sensor-sensor untuk sistem pengendalian. Pembangkit listrik tenaga gas ini dilengkapi dengan sistem kontrol dan monitoring. *Sensor* yang digunakan didalam fasilitas ini antara lain:

- *Flow meter*, untuk mengukur laju air gas *landfill* yang dihasilkan.
- *Gas analyzer*, untuk mengukur kadar gas *landfill* yang dihasilkan.

g) Instalasi dan *Testing*

Hal yang dilakukan dalam ruang lingkup ini meliputi proses pengistalan dan *testing* masing-masing peralatan serta pemberian uji coba/*commisioning* terhadap sistem pembangkit listrik terpasang sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No.45 tahun 2005 dan perubahannya tentang instalasi ketenagalistrikan.

4.2 Aktivitas Proyek PLTSa di Palembang

Pembangunan (PLTSa) di Palembang merupakan salah satu proyek PT PEI. Proyek ini direncanakan pada tahun 2014. Proyek ini memiliki durasi selama 124 hari. Pada **Tabel 4.1** akan disajikan aktivitas-aktivitas utama pembangunan PLTSa di Palembang.

Tabel 4.1 Aktivitas-aktivitas Pelaksanaan Pembangunan PLTSa di Palembang

Kode	Aktivitas
LSFW.1	Perancangan / <i>Engineering</i>
LSFW.2	Pembangunan Hangar Peralatan
LSFW.3	Pembangunan Unit Pengumpul Gas
LSFW.4	Pembangunan Unit Pengolahan Gas
LSFW.5	Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol
LSFW.6	Testing Individual Peralatan
LSFW.7	<i>Finishing</i>

Dari **Tabel 4.1** dapat diketahui bahwa proyek Pembangunan PLTSa di Palembang ini terbagi menjadi 7 aktivitas yaitu, perancangan/*engineering*, pembangunan hangar peralatan, pembangunan unit pengumpul gas, Pembangunan unit pengolahan gas, pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol, *testing* individual peralatan dan *finishing*. Berikut ini adalah *Work Breakdown Structure* (WBS) dari aktivitas pembangunan PLTSa di Palembang:

Tabel 4.2 *Work Breakdown Structure*(WBS) Aktivitas Pembangunan PLTSa di Palembang

Kode	Level 1	Kode	level 2	Kode	level 3
LSF W.1	Perancangan/ Engineering	LSFW. 1.1	Perancangan Desain Proses Dasar	LSFW-11010	Basis Desain dan PFD
				LSFW-11020	Diagram Perpipaan dan Instrumentasi
				LSFW-11030	Diagram Peralatan
				LSFW-11040	Daftar Perpipaan
		LSFW. 1.2	Perancangan Desain Mekanikal	LSFW-12020	Lembar Data Mekanikal
				LSFW-12030	Pengaturan Umum dan Gambar Mekanikal
				LSFW-12040	<i>Bill of Quantity</i>
		LSFW. 1.3	Perancangan Desain Perpipaan	LSFW-13020	Pengaturan Umum dan Rincian Pemasangan
				LSFW-13030	Gambar Isometrik dan Spesifikasi Pipa
				LSFW-13040	<i>Bill of Quantity</i>
		LSFW. 1.4	Perancangan Desain Elektrikal	LSFW-14020	<i>Three Line Diagram</i>
				LSFW-14030	Daftar dan Lembar Data Peralatan Elektrikal
				LSFW-14050	<i>Bill of Quantity</i>
		LSFW. 1.5	Perancangan Desain Instrumentasi	LSFW-15010	<i>Control Philosophy</i>
				LSFW-15020	Spesifikasi Instrumentasi
				LSFW-15030	Daftar (I/O dll) dan Lembar Data Instrumentasi
				LSFW-15040	Rincian Pemasangan dan Tata Letak Instrumentasi
				LSFW-15050	<i>Bill of Quantity</i>
		LSFW. 1.6	Perancangan Desain Sipil	LSFW-16010	Spesifikasi Sipil
				LSFW-16020	Tata Letak Fasilitas
				LSFW-16030	Gambar Sipil
				LSFW-16050	<i>Bill of Quantity</i>
LSF W.2	Pembangunan Hangar Peralatan	LSFW. 2.1	Pekerjaan Persiapan	LSFW-21010	<i>Soil Test</i>
				LSFW-21020	Pematangan Lahan
				LSFW-21030	Penyiapan Fasilitas Sementara
		LSFW. 2.2	Pengerjaan Bangunan Hangar Peralatan	LSFW-22010	Pengerjaan Pondasi Bangunan
				LSFW-22020	Pengerjaan Rangka Bangunan
				LSFW-22030	Pengerjaan Atap Bangunan
LSF W.3	Pembangunan Unit Pengumpul Gas	LSFW. 3.1	Pembangunan Sumur Gas	LSFW-23010	Perapihan Bangunan
				LSFW-31010	Pengadaan Pipa Sumur Gas
				LSFW-31040	Fabrikasi/Pelubangan Pipa Sumur Gas
				LSFW-31050	Pengeboran Sumur Gas
				LSFW-31070	Pemasangan Pipa Sumur Gas dan Asesoris

Tabel 4.2 *Work Breakdown Structure* (WBS) Aktivitas Pembangunan PLTSa di Palembang (Lanjutan)

Kode	Level 1	Kode	level 2	Kode	level 3
	Pembangunan Unit Pengumpul Gas	LSFW. 3.2	Perpipaan Pengumpulan Gas	LSFW-32010	Pengadaan Pipa Pengumpulan Gas dan Asesoris
				LSFW-32070	Perpipaan Pengumpulan Gas dan Asesoris
		LSFW. 3.3	Pemasangan Sistem Penanganan Air Lindi	LSFW-33010	Pengadaan Sistem Penanganan Air Lindi
				LSFW-33070	Pemasangan Sistem Penanganan Air Lindi
LSF W.4	Pembangunan Unit Pengolahan Gas	LSFW. 4.1	Pemasangan Sistem Penghilang Kondensat	LSFW-41010	Pengadaan Sistem Penghilangan Kondensat
				LSFW-41070	Pemasangan Sistem Penghilangan Kondensat
		LSFW. 4.2	Pemasangan Gas Fan/Blower	LSFW-42010	Pengadaan Gas Fan/Blower
				LSFW-42070	Pemasangan Gas Fan/Blower
		LSFW. 4.3	Pemasangan Flare	LSFW-43010	Pengadaan Flare
				LSFW-43070	Pemasangan Flare
		LSFW. 4.4	Perpipaan Peralatan (Termasuk Valve & Sensor)	LSFW-44010	Pengadaan Pipa Untuk Peralatan
				LSFW-44020	Pengadaan Valve
				LSFW-44030	Pengadaan Sensor (Gas Meter, Flow Meter dll)
				LSFW-44070	Pemasangan Sistem Perpipaan, Valve dan Sensor
		LSFW. 4.5	Pemasangan Mesin Gas	LSFW-45010	Pengadaan Mesin Gas
				LSFW-45070	Pemasangan Mesin Gas
LSF W.5	Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	LSFW. 5.1	Pemasangan Kabel	LSFW-51010	Pengadaan Kabel Power
				LSFW-51070	Pemasangan dan Penyambungan Jaringan Kabel
		LSFW. 5.2	Pemasangan Panel Kontrol	LSFW-52010	Pengadaan Panel Kontrol
				LSFW-52070	Pemasangan dan Pengaturan Panel Kontrol
		LSFW. 5.3	Pemasangan Trafo	LSFW-53010	Pengadaan Trafo
				LSFW-53070	Pemasangan Trafo
		LSFW. 5.4	Pemasangan Jaringan Transmisi SUTM	LSFW-54010	Pengadaan Kabel TM dan Tiang Listrik
				LSFW-54070	Pemasangan Jaringan TM ke PLN
LSF W.6	Testing Individual Peralatan	LSFW-60010	Testing Individual Peralatan	-	-

Tabel 4.2 *Work Breakdown Structure*(WBS) Aktivitas Pembangunan PLTSa di Palembang (Lanjutan)

Kode	Level 1	Kode	level 2	Kode	level 3
LSF W.7	Finishing	LSFW. 7.4	Pekerjaan Cover Soil	LSFW-74080	Perapihan Lahan
				LSFW-74090	Cover Soil

4.2.1 Perancangan/*Engineering*

Aktivitas perancangan dan *engineering* meliputi pekerjaan membuat *lay out*, menyusun komponen sistem, membuat gambar perencanaan, membuat *Bill Of Quantity* dan membuat spesifikasi teknis. Dalam pekerjaannya, aktivitas perancangan dan *engineering* terbagi menjadi 6 sub aktivitas yaitu, perancangan desain proses dasar, perancangan desain mekanikal, perancangan desain persiapan, perancangan desain elektrik, perancangan desain instrumentasi dan perancangan desain sipil.

4.2.2 Pembangunan Hangar Peralatan

Pembangunan hangar peralatan merupakan aktivitas yang terbagi menjadi 3 sub aktivitas utama yaitu pekerjaan persiapan yang meliputi *soil test*, pematangan lahan dan penyiapan Fasilitas sementara menurut rencana penjadwalan aktivitas pekerjaan sipil dilakukan selama 33 hari. Sub aktivitas selanjutnya yaitu bangunan hanggar dan peralatan yang meliputi pekerjaan pondasi bangunan, rangka bangunan dan atap bangunan. Sub aktivitas bangunan hanggar dan peralatan dilakukan selama 43 hari setelah pematangan lahan selesai, Sub aktivitas yang terakhir adalah *finishing* dan direncanakan selesai dalam 7 hari.

4.2.3 Pembangunan Unit Pengumpul Gas

Pekerjaan pembangunan unit pengumpul gas merupakan aktivitas yang terbagi menjadi 3 sub aktivitas utama yaitu pembangunan sumur gas yang meliputi pekerjaan pengadaan pipa sumur gas, fabrikasi/pelubangan pipa sumur gas, pengeboran sumur gas dan pemasangan pipa sumur gas dan asesoris. Menurut rencana penjadwalan sub aktivitas sumur gas dilakukan selama 73 hari. Sub aktivitas selanjutnya yaitu perpipaan pengumpul gas yang meliputi pekerjaan

pengadaan pipa pengumpul gas dan asesoris, pemasangan perpipaan pengumpulan gas dan asesoris yang dijadwalkan dikerjakan selama 88 hari. Sub aktivitas yang terakhir adalah pekerjaan sistem penanganan air lindi yang meliputi pekerjaan pengadaan sistem penanganan air lindi dan pemasangan sistem penanganan air lindi dan aktivitas ini dijadwalkan dikerjakan selama 80 hari

4.2.4 Pembangunan Unit Pengolahan Gas

Pekerjaan pembangunan unit pengolahan gas merupakan aktivitas yang terbagi menjadi 4 sub aktivitas utama yaitu pembangunan sistem penghilang kondensat yang meliputi pekerjaan pengadaan sistem penghilang kondensat dan pemasangan sistem penghilang kondensat. Menurut rencana penjadwalan aktivitas sistem penghilang kondensat ini dilakukan selama 73 hari. Sub Aktivitas selanjutnya yaitu pemasangan gas *fan/blower* yang meliputi pekerjaan pengadaan gas *fan/blower* dan pemasangan *fan/blower* yang dijadwalkan dikerjakan selama 73 hari. Sub aktivitas selanjutnya adalah pekerjaan pemasangan *flare* yang meliputi pekerjaan pengadaan *flare* dan pemasangan *flare*. Sub aktivitas ini dijadwalkan dikerjakan selama 73 hari Sub aktivitas selanjutnya adalah perpipaan dan peralatan yang meliputi pekerjaan pengadaan pipa untuk peralatan, pengadaan valve, pengadaan sensor (gas meter, *flowmeter* dll) dan pemasangan sistem perpipaan yang direncanakan dilakukan selama 92 hari. Sub aktivitas yang terakhir adalah pemasangan mesin gas yang terbagi menjadi 2 pekerjaan yaitu pengadaan mesin gas dan pemasangan mesin gas yang direncanakan dikerjakan selama 117 hari.

4.2.5 Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol

Pekerjaan pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol merupakan aktivitas yang terbagi menjadi 4 sub aktivitas utama yaitu pemasangan kabel yang meliputi pekerjaan pengadaan kabel power dan pekerjaan pemasangan dan penyambungan jaringan kabel. Menurut rencana penjadwalan sub aktivitas pemasangan kabel ini dilakukan selama 92 hari. Sub aktivitas selanjutnya yaitu pemasangan panel kontrol yang meliputi pekerjaan pengadaan panel kontrol dan pekerjaan pemasangan dan pengaturan panel kontrol yang dijadwalkan

dikerjakan selama 100 hari. Sub aktivitas selanjutnya adalah pekerjaan pemasangan *trafo* yang meliputi pekerjaan pengadaan *trafo* dan pemasangan *trafo*, aktivitas ini dijadwalkan dikerjakan selama 92 hari. Sub aktivitas yang terakhir adalah pemasangan jaringan transmisi SUTM yang meliputi pekerjaan pengadaan kabel TM dan tiang listrik dan pemasangan jaringan TM ke PLN yang direncanakan dilakukan selama 96 hari.

4.2.6 *Testing Individual Peralatan dan Pekerjaan Cover Soil*

Pekerjaan *testing* individual peralatan direncanakan diselesaikan dalam waktu 4 hari Sedangkan, pekerjaan *cover soil* yang meliputi sub aktivitas perapihan lahan dan *cover soil* direncanakan dikerjakan selama 40 hari setelah semua aktivitas-aktivitas selesai dilaksanakan.

4.3 Identifikasi Faktor Risiko Keterlambatan Proyek pada Proyek Pembangunan PLTSa di Palembang

Dalam penelitian ini, faktor-faktor keterlambatan proyek dianalisa berdasarkan aktivitas-aktivitas yang dikerjakan dalam proyek pembangunan PLTSa di Palembang dengan metode *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*(FMECA). Untuk menganalisa faktor-faktor keterlambatan proyek dengan metode FMECA maka perlu dilakukan identifikasi dan estimasi *potential effect* (dampak kegagalan) untuk menentukan parameter *severity*, *potential causes* (penyebab kegagalan) untuk menentukan parameter *occurance*, dan *current control* untuk menentukan parameter *detection ranking*. Untuk mengidentifikasi ketiga hal tersebut maka dilakukannya *Forum Group Discussion* (FGD) dengan para *engineer* PT PEI. Pada tahap FGD, *engineer* dari PT PEI yang terlibat dalam membantu penentuan *Risk Event* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 *Engineers* PT PEI yang Terlibat dalam Penentuan *Risk Event*

Jabatan	<i>Project Manager</i> PLTSa Palembang	<i>Procurement Manager</i>	Operasional <i>Manager</i>	<i>Board of Management</i>	<i>Project Manager</i> PLTSa Riau
Nama	Ibu Wulan	Pak Budi	Pak Holid Azhari	Pak Wawan Ruhayat	Mba Zilva

4.3.1 Identifikasi *Potential Effects*, *Risk Causes* dan *Current Control*

.Faktor-faktor keterlambatan proyek pembangunan PLTSa di Palembang dianalisa berdasarkan aktivitas-aktivitas yang dikerjakan dalam proyek pembangunan PLTSa di Palembang. Pada **Tabel 4.4-Tabel 4.10** akan ditunjukkan hasil dari tahap FGD yang berupa *potential causes* atau faktor-faktor yang dapat menyebabkan proyek pembangunan PLTSa terlambat dari setiap aktivitas-aktivitas.

Tabel 4.4 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Perancangan/*Engineering*

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Perancangan/ <i>Engineering</i>	A1R1	Desain yang rumit dan kompleks
	A1R2	Pengumpulan data yang kurang lengkap saat <i>survey</i>
	A1R3	<i>Skill, knowledge</i> , kreatifitas dan pengalaman pekerja (<i>engineer</i>) yang masih kurang
	A1R4	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
	A1R5	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah
	A1R6	Kurangnya Komunikasi dan koordinasi antara team <i>Engineer</i> dengan team <i>procurement</i> serta team <i>construction</i>
	A1R7	Kurang baiknya koordinasi antara pemilik proyek (<i>Owner</i>) dengan PT PEI
	A1R8	Lamanya perbaikan atau persetujuan dokumen desain oleh <i>owner</i>
	A1R9	Lamanya pengambilan keputusan pada proses perancangan (peralatan yang digunakan/desain yang digunakan dll)

Tabel 4.5 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Hangar Peralatan

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Hangar Peralatan	A2R1	Keterlambatan pengiriman material untuk pembangunan
	A2R2	Kurangnya material untuk pembangunan
	A2R3	Terbatasnya peralatan kerja untuk pembangunan
	A2R4	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi

Tabel 4.5 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Hangar Peralatan (lanjutan)

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Hangar Peralatan	A2R5	Kerusakan peralatan pembangunan
	A2R6	Adanya permasalahan dengan sub kontraktor mengenai keterlambatan pembayaran
	A2R7	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan
	A2R8	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek
	A2R9	Desain bangunan kurang rinci dan sulit untuk dimengerti
	A2R10	Kecelakaan kerja yang menyebabkan kerusakan berat pada konstruksi
	A2R11	Kecelakaan kerja yang menyebabkan luka ringan dan kerusakan kecil pada konstruksi
	A2R12	Belum optimalnya ketersediaan listrik dan air di lapangan akibat ketersediaan energi yang terbatas
	A2R13	Terdapat data yang kurang tepat atau salah saat perencanaan/perancangan (data lahan atau perencanaan bangunan, desain dll)
	A2R14	Terlambatnya proses pengecekan kelayakan bangunan oleh pihak ke tiga
	A2R15	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah
	A2R16	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
	A2R17	Terdapat permasalahan dengan pemerintah (perubahan kebijakan atau peraturan dll)
	A2R18	Terjadinya bencana alam (gempa bumi dll)

Tabel 4.6 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengumpulan Gas

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Unit Pengumpul Gas	A3R1	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek
	A3R2	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan
	A3R3	Kurangnya produktivitas tenaga kerja

Tabel 4.6 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengumpulan Gas (lanjutan)

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Unit Pengumpul Gas	A3R4	Desain pemasangan pipa dan desain sistem penanganan air lindi yang kurang rinci dan sulit untuk dimengerti
	A3R5	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
	A3R6	Kurangnya jumlah material pipa untuk pemasangan pipa dan material untuk pemasangan sistem penanganan air lindi
	A3R7	Terbatasnya jumlah peralatan kerja untuk pemasangan perpipaan dan pemasangan sistem penanganan air lindi
	A3R8	Terdapat data/design yang kurang tepat atau salah saat perencanaan/perancangan (data perencanaan perpipaan, desain sistem perpipaan/desain penanganan air lindi dll)
	A3R9	Keterlambatan mobilisasi material untuk memulai eksplorasi pengeboran sumur gas, pemasangan material pipa dan pemasangan sistem penanganan air lindi
	A3R10	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi
	A3R11	Terjadinya kerusakan peralatan (kerusakan pipa karena kualitas yang kurang, kebocoran, korosi)
	A3R12	Kecelakaan Kerja ringan saat konstruksi (luka ringan pada pekerja)
	A3R13	Kecelakaan Kerja Berat saat konstruksi (terjadinya longsor saat pengeboran sumur dll)
	A2R14	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)

Tabel 4.7 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Unit Pengolahan Gas	A4R1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan
	A4R2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek
	A4R3	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah

Tabel 4.7 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas (lanjutan)

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pembangunan Unit Pengolahan Gas	A4R4	Ketersedian tenaga kerja yang kurang
	A4R5	Kurangnya jumlah material (demister, pipa barometika dan pompa kondesat, gas <i>fan/blower</i> dan <i>flare</i> , valve, sensor, mesin gas dll)
	A4R6	Terbatasnya jumlah peralatan kerja untuk menunjang pemasangan sistem penghilangan kondensat, pemasangan gas <i>fan/blower</i> dan pemasangan <i>flare</i>
	A4R7	Desain pembangunan unit penanganan gas dan mesin gas yang kurang rinci dan sulit untuk dimengerti
	A4R8	Terdapat desain sistem penghilangan kondensat dan desain sistem perpipaan, valve dan sensor yang kurang tepat atau salah saat perancangan
	A4R9	Keterlambatan pengiriman material
	A4R10	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi
	A4R11	Terjadinya kerusakan material (kerusakan gas <i>fan/blower</i>)
	A4R12	Kecelakaan kerja ringan saat konstruksi (luka ringan yang dialami pekerja)
	A2R13	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)

Tabel 4.8 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	A5R1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan untuk pemasangan jaringan listrik
	A5R2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek
	A5R3	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah
	A5R4	Ketersedian tenaga kerja yang kurang
	A5R5	Kurangnya jumlah material (kabel power, tiang listrik dll)

Tabel 4.8 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol (lanjutan)

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	A5R6	Desain Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol kurang rinci dan sulit untuk dimengerti
	A5R7	Terbatasnya jumlah peralatan kerja
	A5R8	Terdapat desain perencanaan yang salah untuk pembangunan jaringan listrik dan sistem kontrol
	A5R9	Keterlambatan pengiriman material
	A5R10	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi
	A5R11	Terjadinya kerusakan peralatan
	A5R12	Kecelakaan Kerja berat saat konstruksi (kebakaran)
	A5R13	Kecelakaan Kerja ringan saat konstruksi (luka ringan pada pekerja dan kerusakan kecil pada peralatan)
	A5R14	keterlambatan pengkordinasian dengan PLN
	A2R15	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)

Tabel 4.9 Faktor Penyebab Keterlambatan pada Testing Individual Peralatan

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Testing Individual Peralatan	A6R1	Lamanya proses <i>testing</i> dan inspeksi oleh pihak ketiga
	A6R2	Terjadinya kebocoran pipa pengumpul gas
	A6R3	Kegagalan pengolahan gas (sistem pendingin gas tidak berfungsi dengan baik/ <i>filter</i> tidak berfungsi dengan baik)
	A6R4	Gagalnya sistem unit <i>flaring</i>
	A6R5	Kegagalan pada sistem kelistrikan dan pengendaliannya (terjadi masalah dengan sistem elektrik dan sensor, pengendalian tidak berfungsi)

Tabel 4.10 Faktor Penyebab Keterlambatan pada *Finishing*

Aktivitas	Kode	Variable Risiko
Finishing	A7R1	Kerusakan lingkungan yang cukup parah
	A7R2	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan
	A7R3	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah
	A7R4	Ketersediaan Tenaga kerja yang rendah
	A7R5	Keterbatasan peralatan untuk perapihan lahan dan <i>cover soil</i>

Dari **Tabel 4.4-4.10** dapat diketahui pada aktivitas perancangan/*engineering*, terdapat 9 faktor yang teridentifikasi dapat menyebabkan proyek PLTSa di Palembang mengalami keterlambatan. Sedangkan, pada aktivitas pembangunan hangar peralatan terdapat 18 faktor, pada aktivitas pembangunan unit pengumpul gas 14 faktor, pada aktivitas pembangunan unit penanganan gas dan mesin gas 13 faktor, pada aktivitas pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol 15 faktor, pada aktivitas testing individual peralatan 5 faktor dan pada aktivitas terakhir, perapihan lahan dan *cover soil* 5 faktor.

Setelah teridentifikasinya *potential causes*, hal selanjutnya yang dilakukan adalah mengidentifikasi *potential effects* dan *current control* dari setiap *potential causes*. Lalu menentukan nilai *severity* berdasarkan *potential effects*, menentukan nilai *occurrence* dari *potential causes* dan *detection ranking* dari hasil identifikasi *current control*. Berikut adalah skala untuk penentuan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection ranking* yang merupakan hasil diskusi dengan *engineer* di PT PEI berdasarkan jumlah proyek pembangunan PLTSa yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 4.11 Skala Nilai *Severity*

Skala	Kategori	Class	Tingkat Keseriusan Dampak
1	Sangat Kecil	Very Slight	Mengalami keterlambatan 0-2 minggu
2	Kecil	Minor	Mengalami keterlambatan 2-4 minggu
3	Sedang	Moderate	Mengalami Keterlambatan 4-8 minggu
4	Tinggi	Mayor	Mengalami keterlambatan 8-12 minggu
5	Sangat Tinggi	Extrem	Mengalami keterlambatan 12-16 minggu
6	Penuh Risiko	Hazardous	Mengalami keterlambatan > 16 minggu

Tabel 4.12 Skala Nilai *Occurance*

Skala	Kategori	Class	Tingkat Frekuensi Kejadian
1	Tidak Pernah	Almost Never	Probabilitas kejadian 0 dari 5
2	Jarang Terjadi	Slight	Probabilitas kejadian 1 dari 5
3	Sedang	Medium	Probabilitas kejadian 2 dari 5
4	Cukup Sering terjadi	Moderately High	Probabilitas kejadian 3 dari 5
5	Sering terjadi	High	Probabilitas kejadian 4 dari 5
6	Hampir Selalu	Almost Certain	Probabilitas kejadian 5 dari 5

Tabel 4.13 Skala Nilai *Detection Rangking*

Skala	Kategori	Class	Keterangan
1	Hampir selalu Bisa di deteksi	Almost Certain	<i>Current contol</i> yang dilakukan handal. Sudah dapat mendeteksi (mengurangi) potensi risiko
2	Bisa dideteksi	High	<i>Current Control</i> baik dalam mendeteksi (mengurangi) potensi risiko
3	Cukup bisa dideteksi	Moderately High	<i>Current Contol</i> sudah cukup dapat mendeteksi (mengurangi) potensi risiko
4	Sedang	Moderate	<i>Current Control</i> memiliki kesempatan kecil dalam mendeteksi/mengurangi potensi risiko
5	Sulit untuk di deteksi	Remore	<i>Current control</i> tidak dapat mendeteksi (mengurangi) potensi risiko
6	Hampir tidak bisa untuk dideteksi	Almost Never	<i>Current control</i> tidak dapat mendeteksi (mengurangi) potensi risiko yang mungkin terjadi. Tidak diketahui kontrol yang dapat mendeteksi (mengurangi) potensi risiko

Sumber: (Matthew, 2011)

4.3.2 Penentuan Nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection Rangking*

Penentuan nilai *severity*, *occurance* dan *detection rangking* juga dilakukan dalam tahap FGD dengan para *engineers* di PT PEI penetapan nilai-nilai tersebut berdasarkan *potential effect*, *potential causes* dan *current control* yang sebelumnya sudah didiskusikan. Berikut ini adalah **Gambar 4.3** form FMEA untuk aktivitas Perancangan/*Engineering*. Untuk aktivitas yang lain akan disajikan dalam lampiran 1

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS

Project:	Pembangunan PLTSa di Palembang	Company Name:	PT. Pasadena Engineering Indonesia	FMEA number:	1
Activity(s):	1) Perancangan/Engineering	Prepared by:	Bilqis Silma Hudyah	Page : 1	1 of 7
Core Team:	Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig):	02 Juni 2015

Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Perancangan/ Engineering	Mengibatkan keterlambatan jadwal pembangunan	A1R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	3	Desain yang rumit dan kompleks	3	Menyederhanakan desain, memberikan pelatihan untuk para pekerja	3	27
		A1R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Pengumpulan data yang kurang lengkap saat <i>survey</i>	4	Melakukan survey ulang	5	20
		A1R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 6-8 minggu	3	<i>Skill, knowledge</i> , kreatifitas dan pengalaman pekerja (<i>engineer</i>) yang masih kurang	4	Memberikan pelatihan mengenai perancangan design	4	48
		A1R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja	3	Adanya <i>management control</i> dengan melakukan <i>recruitment</i>	3	9
		A1R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	4	<i>Management control</i> kepada para pekerja (pengawasan langsung oleh <i>manager</i>)	3	12

Gambar 4.3 form FMEA untuk aktivitas Perancangan/Engineering.

Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
		A1R7	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 4-5 minggu dan akan menimbulkan persepsi berbeda dan menyebabkan banyak perubahan desain	3	Kurang baiknya koordinasi antara pemilik proyek (<i>Owner</i>)	4	Melakukan pertemuan khusus dengan pemilik proyek untuk mendiskusikan perencanaan perancangan untuk evaluasi dan <i>monitoring</i>	3	36
		A1R8	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	1	Lamanya perbaikan atau persetujuan dokumen desain oleh <i>owner</i>	3	Mem- <i>follow up</i> hasil perbaikan dan persetujuan ke pemilik proyek (berkala)	2	6
		A1R9	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Lamanya pengambilan keputusan pada proses perancangan (peralatan yang digunakan/desain yang digunakan dll)	2	Pada saat pengambilan keputusan melakukan survey peralatan langsung dan melakukan <i>voting</i> untuk pengambilan keputusan.	2	4

Gambar 4.3 form FMEA untuk aktivitas Perancangan/*Engineering* (lanjutan)

4.3.3 Risk Priority Number

Dari hasil *Failure Modes Effects Analysis* (FMEA) untuk 7 aktivitas utama dari proyek pembangunan PLTSA di Palembang didapatkan 32 kategori variabel risiko yang mempengaruhi keterlambatan pelaksanaan proyek tersebut. Berikut ini adalah 32 kategori variabel risiko dan nilai RPN untuk setiap kategori variabel risiko:

Tabel 4.14 Nilai RPN Setiap Variabel Risiko

No	Variabel Risiko	RPN per Aktivitas							RPN
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
1	Desain yang rumit dan kompleks	27							27
2	Pengumpulan data yang kurang lengkap pada saat <i>survey</i>	20							20
3	<i>Skill, knowledge</i> , kreatifitas dan pengalaman pekerja (<i>engineer</i>) yang masih kurang	48							48
4	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja	9	6	4	4	2		4	4.83
5	Produktivitas tenaga kerja yang rendah	12	8	16	16	12		6	11.7
6	Kurangnya komunikasi dan koordinasi antara <i>team Engineer</i> dengan <i>team procurement</i> dan <i>team construction</i>	36							36
7	Kurangnya koordinasi antara pemilik proyek (<i>Owner</i>) dengan PT PEI	36							36
8	Lamanya proses pengecekan dan persetujuan dokumen desain oleh <i>owner</i>	6							6
9	Lamanya pengambilan keputusan penetapan peralatan/desain/material yang akan digunakan	4							4
10	Keterlambatan pengiriman material		9	6	6	4			6.25
11	Kurangnya jumlah material yang digunakan		6	18	18	30			18
12	Ketersediaan Peralatan kerja yang terbatas		6	12	18	12		6	10.8
13	Adanya perubahan spesifikasi material saat aktivitas sedang berlangsung		18	12	12	8			12.5
14	Kerusakan pada peralatan yang digunakan		4	12	8	6			7.5
15	Adanya permasalahan dengan sub kontraktor mengenai keterlambatan pembayaran pekerja		18						18
16	Kondisi cuaca yang tidak mendukung berlangsungnya kegiatan (hujan, angin kencang dll)		12	12	12	24		12	14.4

Tabel 4.14 Nilai RPN Setiap Variabel Risiko (lanjutan)

No	Variabel Risiko	RPN per Aktivitas							RPN
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
17	Buruk manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek.		12	12	12	12			12
18	Desain bangunan kurang rinci dan sulit untuk dimengerti		6	8	6	6			6.5
19	Kecelakaan kerja yang menyebabkan kerusakan berat (kebakaran, bangunan runtuk, longsor akibat pengeboran)		24	12		18			18
20	Kecelakaan kerja yang menyebabkan luka ringan pada pekerja dan kerusakan kecil pada konstruksi		12	6	6	6			7.5
21	Belum optimalnya ketersediaan listrik dan air dilapangan akibat ketersediaan energi yang terbatas		18						18
22	Terdapat kesalahan pada desain/data perancangan		12	12	18	24			16.5
23	Terlambatnya proses pengecekan kelayakan bangunan oleh pihak ketiga		16						16
24	Terdapat permasalahan dengan pemerintah (Perubahan kebijakan atau peraturan)		6						6
25	Keterlambatan pengkoordinasian dengan PLN					8			8
26	Lamanya proses <i>testing</i> dan inspeksi oleh pihak ke tga						8		8
27	Terjadinya kebocoran pipa						8		8
28	Kegagalan pengolahan gas (sistem pendingin gas tidak berfungsi dengan baik/filter tidak berfungsi dengan baik)						8		8
29	Gagalnya sistem unit <i>flaring</i>						12		12
30	Kegagalan pada sistem kelistrikan dan pengendalianny (terjadi masalah dengan sistem elektrikal dan sensor yang digunakan untuk pengendalian tidak berfungsi						12		12
31	Kerusakan lingkungan sekitar yang cukup parah							6	6
32	Terjadinya bencana alam (gempa bumi, dll)		30	30	30	30			30

4.3.4 Criticality Analysis

Pada tahap *criticality analysis* ini akan dilakukan analisa *pareto chart* terhadap *potential causes* atau faktor keterlambatan yang memiliki pengaruh

paling signifikan terhadap keterlambatan proyek yang dilihat dari nilai RPN
Berikut ini adalah faktor risiko yang paling *critical* menurut analisis *pareto chart*:

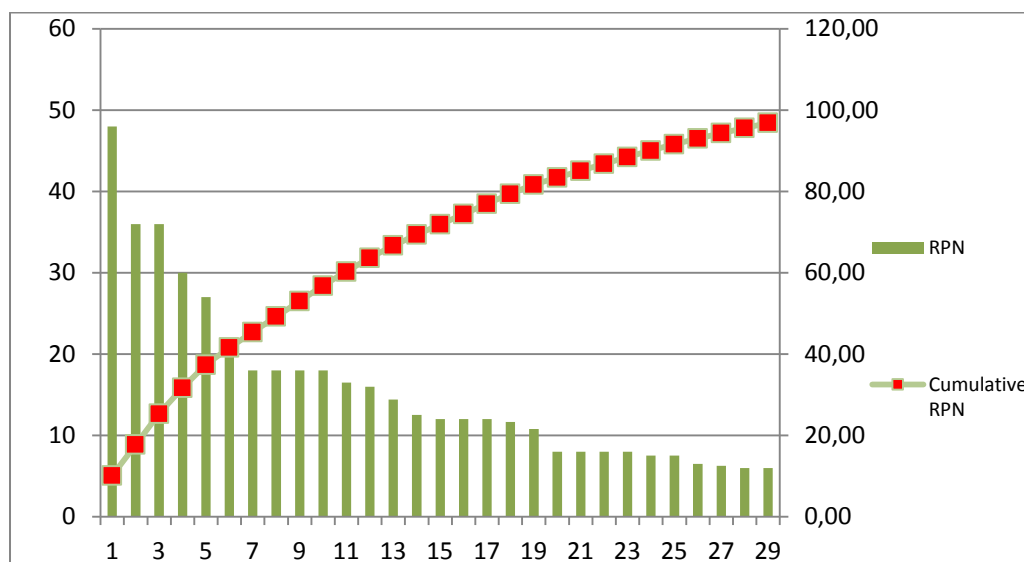
Tabel 4.15 Variabel Risiko Kritis hasil *Pareto Chart*

No	Risiko	RPN	% RPN	% Cumulative RPN	Cumulative RPN
3	<i>Skill, knowledge</i> , kreatifitas dan pengalaman pekerja (<i>engineer</i>) yang masih kurang	48.0	10%	10%	10.1
6	Kurangnya Komunikasi dan koordinasi antara <i>team Engineer</i> dengan <i>team procurement</i> dan <i>team construction</i>	36.0	8%	18%	17.7
7	Kurangnya koordinasi antara pemilik proyek (<i>Owner</i>) dengan PT PEI	36.0	8%	25%	25.3
32	Terjadinya bencana alam (gempa bumi, dll)	30.0	6%	32%	31.7
1	Desain yang rumit dan kompleks	27.0	6%	37%	37.4
2	Pengumpulan data yang kurang lengkap pada saat <i>survey</i>	20.0	4%	42%	41.6
11	Kurangnya jumlah material yang digunakan	18.0	4%	45%	45.4
15	Adanya permasalahan dengan sub kontraktor mengenai keterlambatan pembayaran pekerja	18.0	4%	49%	49.2
19	Kecelakaan kerja yang menyebabkan kerusakan berat (kebakaran, bangunan runtuh, longsor akibat pengeboran)	18.0	4%	53%	53.0
21	Belum optimalnya ketersediaan listrik dan air dilapangan akibat ketersediaan energi yang terbatas	18.0	4%	57%	56.8
22	Terdapat kesalahan pada desain/data perancangan	16.5	3%	60%	60.3
23	Terlambatnya proses pengecekan kelayakan bangunan oleh pihak ketiga	16.0	3%	64%	63.7
16	Kondisi cuaca yang tidak mendukung berlangsungnya kegiatan (hujan, angin kencang dll)	14.4	3%	67%	66.7
13	Adanya perubahan spesifikasi material saat aktivitas sedang berlangsung	12.5	3%	69%	69.4

Tabel 4.15 Variabel Risiko Kritis hasil *Pareto Chart* (lanjutan)

No	Risiko	RPN	% RPN	% Cumulative RPN	Cumulative RPN
17	Buruk manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek.	12.0	3%	72%	71.9
29	Gagalnya sistem unit <i>flaring</i>	12.0	3%	74%	74.4
30	Kegagalan pada sistem kelistrikan dan pengendalianny (terjadi masalah dengan sistem elektrikal dan sensor yang digunakan untuk pengendalian tidak berfungsi	12.0	3%	77%	77.0
5	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	11.7	2%	79%	79.4

Berikut ini adalah grafik *paretochart* dari hasil analisa risiko kritis:



Gambar 4.4 *Pareto Chart* Penentuan Risiko Kritis

Dari **tabel 4.14** dan **Gambar 4.4** dapat diketahui bahwa dari 32 kategori variabel risiko keterlambatan diperoleh 18 variabel risiko yang termasuk risiko kritis. Selanjutnya, delapan belas risiko kritis tersebut akan dilakukan mitigasinya.

4.4 Mitigasi Risiko

Pada tahap ini dilakukan upaya mitigasi atau penanganan risiko. Risiko yang dimitigasi adalah risiko yang kritis dari hasil analisis *pareto*

chart berdasarkan nilai RPN. Pada penelitian ini, mitigasi risiko yang dilakukan adalah sebatas upaya rekomendasimitigasi, tidak sampai pada implementasi mitigasi risiko. Dalam penentuan mitigasi risiko *tools* yang digunakan adalah diskusi dan wawancara dengan *engineers* di PT PEI. **Tabel 4.15** menunjukkan hasil upaya mitigasi dari faktor kritis risiko keterlambatan proyek PLTSa di Palembang

Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis

NO	Risiko	Penanganan Risiko		
		Menghindari risiko	Mentransfer Risiko	Mengurangi Probabilitas Risiko
3	<i>Skill, knowledge, kreatifitas dan pengalaman pekerja (engineer) yang masih kurang</i>	Memperkerjakan pekerja yang handal dan berpengalaman		Memberikan pelatihan desain mengenai pemakaian <i>software</i> teroptimal dalam pembuatan desain terhadap pekerja perancangan untuk mempermudah proses pembuatan desain
6	Kurangnya Komunikasi dan koordinasi antara <i>team Engineer</i> dengan <i>team procurement</i> dan <i>team construction</i>	Mengadakan rapat koordinasi rutin terjadwal setiap minggu dengan <i>team construction</i> dan <i>team procurement</i> dengan membawa usulan dan progress masing masing saat pertemuan		<i>Team Engineer</i> melakukan pengawasan pada saat aktivitas <i>procurement</i> dan <i>construction</i> berlangsung
7	Kurangnya koordinasi antara pemilik proyek (<i>Owner</i>) dengan PT PEI	Mengadakan rapat koordinasi rutin terjadwal setiap minggu untuk mengevaluasi progress pembangunan proyek dan kendala yang ada		

Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis (lanjutan)

No	Risiko	Penanganan Risiko		
		Menghindari risiko	Mentransfer Risiko	Mengurangi Probabilitas Risiko
32	Terjadinya bencana alam (gempa bumi, dll)		Membicarakan dengan <i>owner</i> mengenai asuransi selama berjalannya proyek	
1	Desain yang rumit dan kompleks	Menggunakan <i>software</i> alternatif desain yang memudahkan pengerjaan perancangan		
2	Pengumpulan data yang kurang lengkap pada saat <i>survey</i>	Melakukan review data yang dibutuhkan sebelum proses perancangan dimulai.		
11	Kurangnya jumlah material yang digunakan	Membentuk PIC khusus untuk beberapa aktivitas pengadaan dan menyediakan back up pengadaan material		Melakukan pengontrolan dan pengecekan terhadap jumlah material yang tersedia

Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis (lanjutan)

No	Risiko	Penanganan Risiko		
		Menghindari risiko	Mentransfer Risiko	Mengurangi Probabilitas Risiko
15	Adanya permasalahan dengan sub kontraktor mengenai keterlambatan pembayaran pekerja	Melakukan pembayaran sesuai dengan perjanjian kontrak dan tepat waktu		
19	Kecelakaan kerja yang menyebabkan kerusakan berat (kebakaran, bangunan runtuh, longsor akibat pengeboran)	Menetapkan prosedur pekerjaan (SOP) dan melatih para pekerja untuk mematuhi prosedur tersebut		
21	Belum optimalnya ketersediaan listrik dan air dilapangan akibat ketersediaan energi yang terbatas	Melakukan pengecekan dan penyediaan listrik dan air dilapangan saat survey, sebelum aktivitas konstruksi berlangsung		
22	Terdapat kesalahan pada desain/data perancangan	Melakukan diskusi/koordinasi dengan <i>team construction</i> dan <i>procurement</i> dalam penetapan desain/data perancangan		Mengadakan pengecekan kembali dokumen perancangan bersama dengan <i>team construction</i> dan <i>team procurement</i>

Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis (lanjutan)

No	Risiko	Penanganan Risiko		
		Menghindari risiko	Mentransfer Risiko	Mengurangi Probabilitas Risiko
23	Terlambatnya proses pengecekan kelayakan bangunan oleh pihak ketiga	Melakukan koordinasi yang baik dengan pihak ketiga jauh hari sebelum <i>deadline</i> pengecekan		
16	Kondisi cuaca yang tidak mendukung berlangsungnya kegiatan (hujan, angin kencang dll)	Melakukan penjadwalan tahap konstruksi diluar musim hujan		
13	Adanya perubahan spesifikasi material saat aktivitas sedang berlangsung	Melakukan survey mengenai spesifikasi material yang akan digunakan dengan berkoordinasi dengan <i>team construction</i> dan <i>team procurement</i>		
17	Buruk manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek.			Melakukan pengecekan dan pengontrolan kas setiap pengeluaran dan pemasukan dengan lebih teliti

Tabel 4.16 Mitigasi Risiko Kritis (lanjutan)

No	Risiko	Penanganan Risiko		
		Menghindari risiko	Mentransfer Risiko	Mengurangi Probabilitas Risiko
29	Gagalnya sistem unit <i>flaring</i>	Menyediakan <i>plan</i> A dan Plan B bila terjadi kegagalan pengoperasian, mengubah prosedur sistem		
30	Kegagalan pada sistem kelistrikan dan pengendalianny (terjadi masalah dengan sistem elektrik dan sensor yang digunakan untuk pengendalian tidak berfungsi	Menyediakan <i>plan</i> A dan <i>plan</i> B bila terjadi kegagalan pengoperasian, mengubah prosedur sistem		
5	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah			Pemberlakuan sistem <i>reward</i> dan <i>punishment</i> , melakukan pengawasan yang rutin oleh manager setiap jam kerja

4.5 Simulasi Monte Carlo

Pada tahap ini akan dilakukan simulasi Monte Carlo untuk mengestimasi lamanya keterlambatan. Input dari model ini adalah nilai *severity* dan nilai *occurance* yang didapatkan dari hasil diskusi dengan *engineers* di PT PEI Berikut adalah rekap risiko-risiko aktivitas utana dengan nilai *severity* dan *occurance*-nya.

Tabel 4.17 Nilai *Severity* dan *Occurance* pada aktivitas kritis

Kode	Aktivitas Kritis	Skala		Occ	Sev (Bln)	Probabilitas	Terjadi	Tidak Terjadi
		Occ (FMEA)	Seve (FMEA)					
A1	Perancangan/ Engineering	3.33	2	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A2	Perkerjaan Sipil	2.61	1.64	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A3	Pembangunan Sumur Gas	2.64	1.54	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A4	Pembanguan Unit Penanganan Gas dan Mesin gas	2.61	1.54	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A5	Pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol	2.67	1.9	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A6	Testing Individual peralatan	2.6	2	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A7	Perapihan lahan dan cover soil	2.6	1.4	2	1	40%	0%-40%	41%-99%

Dari data yang ada pada **tabel 4.17** yaitu aktivitas-aktivitas utama dari proyek PLTSA dan data nilai *occurance* dan *severity* pada setiap aktivitas., maka dilakukan simulasi *monte carlo* sebanyak 1000 kali replikasi. Setelah itu dilakukan pembangkitan bilangan random antara 1-100. Apabila hasil bilangan random \leq nilai *occurance* (40) pada suatu aktivitas, maka risiko tersebut terjadi. Apabila hasil bilangan random $>$ nilai *occurance* (40), maka risiko tersebut tidak terjadi. Hal ini berlaku pada semua aktivitas yang ada pada aktivitas utama. Setelah suatu risiko diketahui terjadi atau tidak, maka dilakukan perandoman pada skala *severity* untuk mengetahui seberapa besar dampak keterlambatan yang diakibatkan dari risiko tersebut. Lalu dilakukan penjumlahan keterlambatan tersebut dari masing-masing aktivitas. Hasil simulasi *monte carlo* akan disajikan pada lampiran 2.

Dari hasil *running* simulasi *monte carlo* selanjutnya menghitung biaya kerugian yang diterima bila keterlambatan tersebut terjadi. Menurut isi kontrak

pengerjaan proyek PLTSa di Palembang ini diketahui penalty yang dibayar perbulanya adalah sebesar 1% dari nilai investasi proyek, nilai investasi proyek PLTSa adalah sebesar Rp 22.000.000.000,00. Apabila semua risiko yang terjadi di aktivitas utama maka didapatkan total keterlambatan maksimal selama 7 bulan, dan akan mengalami kerugian sebesar Rp1.540.000.000,00.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ANALISA DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dianalisis hasil dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan meliputi analisa risiko dan analisa risiko upaya mitigasi.

5.1 Analisa Risiko

Berdasarkan hasil *Forum Group Discussion* (FGD) dengan *engineers* di PT PEI didapatkan bahwa pada aktivitas perancangan/*engineering*, terdapat 9 faktor yang teridentifikasi dapat menyebabkan proyek PLTSa di Palembang mengalami keterlambatan. Sedangkan, pada aktivitas pembangunan hangar peralatan terdapat 18 faktor, pada aktivitas pembangunan unit pengumpul gas 14 faktor, pada aktivitas pembangunan unit penanganan gas dan mesin gas 13 faktor, pada aktivitas pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol 15 faktor, pada aktivitas *testing* individual peralatan 5 faktor dan pada aktivitas perapihan lahan dan *cover soil* 5 faktor. Dari hasil analisa untuk setiap aktivitas variabel-variabel risiko tersebut dapat dikategorikan kedalam 32 kategori variabel. Lalu, 32 variabel risiko tersebut dilakukan analisis faktor risiko kritis dengan *tools pareto chart*. Dari analisa *pareto chart* dapat diketahui bahwa pada proyek pembangunan PLTSa terdapat 18 variabel risiko kritis yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek

5.1.1 Analisa Risiko Kritis

Risiko kritis adalah risiko yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keterlambatan proyek. Dari 32 variabel risiko keterlambatan proyek pembangunan PLTSa didapatkan 18 diantaranya merupakan risiko kritis. Risiko kritis yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah risiko *Skill, knowlegd*, kreatifitas dan pengalaman pekerja yang masih kurang dengan nilai *Risk Priority Number*(RPN) sebesar 48. Risiko ini termasuk risiko kritis karena dampak dari risiko ini dapat mempengaruhi aktivitas-aktivitas yang lain, selain itu berdasarkan hasil wawancara dengan PT PEI risiko ini sering terjadi pada proyek pembangunan

PLT Sa Variabel risiko kritis yang memiliki nilai RPN cukup besar antara lain adalah kurangnya komunikasi dan koordinasi antara team *Engineer* dengan team *procurement* dan team *construction*, selain itu risiko kurangnya koordinasi anatara pemilik proyek (*owner*) dengan PT PEI juga memiliki nilai RPN yang cukup tinggi. Dikarenakan besarnya dampak dari kurangnya koordinasi dalam proses perancangan maupun pada saat pengontrolan. Risiko-risiko yang termasuk kedalam risiko kritis ini sebagian besar karena kelalaian pada proses perancangan yang dapat mempengaruhi aktivitas-aktivitas konstruksi seperti risiko desain yang rumit dan kompleks, risiko pengumpulan data yang tidak lengkap, kurangnya jumlah material yang digunakan karena kurangnya estimasi perencanaan pengadaan, lalu risiko adanya perubahan spesifikasi material dan kesalahan desain merupakan risiko pada proses perancangan dan perencanaan yang kurang cermat.

5.2 Analisa Upaya Mitigasi

Risiko yang dimitigasi adalah risiko yang termasuk risiko kritis. Risiko *skill, knowledge*, kreatifitas dan pengalaman pekerja (*engineer*) yang masih kurang dapat dimitigasi dengan memberikan pelatihan desain mengenai pemakaian *software* teroptimal dalam pembuatan desain terhadap pekerja desain untuk mempermudah proses pembuatan desain, dan untuk risiko kurangnya komunikasi dan koordinasi anatara team *engineer* dengan team *procurement* dan team *construction* adalah dengan cara mengadakan rapat koordinasi rutin yang terjadwal dengan team *construction* dan team *procurement* dengan membawa progress dan usulan masing-masing setiap minggunya. Untuk risiko yang berkaitan dengan perencanaan dan perancangan dapat dihindari dengan melakukan review pengecekan sebelum dilakukanya aktivitas konstruksi dan untuk risiko yang bersangkutan dengan material dapat dihindari dengan membentuk PIC khusus untuk pengadaan beberapa aktivitas. Lalu untuk risiko yang berkaitan dengan tenaga kerja seperti *skill* dan produktivitas dapat dimitigasi dengan pelatihan dan pemberlakuan sistem *reward* dan *punishment* terhadap pekerja yang kurang produktif.

5.3 Analisa Simulasi *Monte Carlo*

Berdasarkan hasil simulasi *monte carlo* yang dilakukan pada tahap pengolahan data dihasilkan total maksimal keterlambatan selama 7 bulan dengan pembayaran *penalty* sebesar Rp 1.540.000.000 Hal ini disebabkan karena banyaknya risiko-risiko yang terjadi yang menyebabkan aktivitas utama tersebut mengalami keterlambatan. Keterlambatan dan kerugian dapat diminimalisasi dengan melakukan upaya mitigasi risiko yang telah diberikan untuk mengurangi probabilitas atau *occurance* dari suatu risiko.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran terkait hasil penelitian, serta peluang penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil identifikasi risiko yang dilakukan terdapat 32 variabel risiko yang dapat mempengaruhi keterlambatan proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Palembang. Tiga puluh dua risiko diidentifikasi dari 7 aktivitas utama proyek pembangunan PLTSa. Dari 32 variabel jika digolongkan kedalam sumber risikomaka terdapat 5 variabel risiko dari kategori desain (perancangan), 3 variabel risiko dari kategori tenaga kerja, 7 variabel risiko dari kategori koordinasi yang kurang, 6 variabel risiko dari kategori material dan peralatan, 2 variabel risiko dari kategori keuangan, 3 variabel risiko dari kategori gagalnya sistem, 2 variabel risiko dari kategori *site related*, 3 variabel risiko dari kategori kecelakaan dan 1 variabel risiko dari kategori cuaca.
2. Dari 32 variabel risiko keterlambatan proyek pembangunan PLTSa yang diidentifikasi terdapat 18 faktor risiko kritis. Dari 18 faktor kritis tersebut sebagian besar bersumber dari aktivitas perancangan mengenai *design* dan perencanaan pengadaan material dan koordinasi dengan pihak yang berelasi dengan proyek PLTSa mulai dari *team procurement* dan *team construction, owner*, dan pihak sub kontraktor.
3. Upaya mitigasi diberikan kepada 18 risiko kritis. Hasil upaya mitigasi diperoleh dari hasil studi literatur dan hasil diskusi dengan pihak PT PEI terkait dengan proyek PLTSa di Palembang. Dari mitigasi yang disarankan sebagian besar merupakan mitigasi yang bersifat menghindari risiko.

Karena rata-rata variabel risiko kritis memiliki dampak yang sangat mempengaruhi aktivitas konstruksi

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk hasil penelitian ini dan penelitian selanjutnya ialah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya
2. juga dapat dipertimbangkan untuk penambahan analisis biaya terhadap upaya mitigasi yang diberikan
3. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan data historis yang representatif sehingga untuk nilai *occurrence* dan *severity* dapat merepresentatifkan keadaan perusahaan dan proyeknya,

DAFTAR PUSTAKA

- Assaf, S. A. & Al-Heiji , S., 2006. Causes of delay in large costruction projects.*Journal of project management*, Volume 24, pp.349-357.
- Australia Standard (AS). 1999. *Risk management*, Strathfiel, Australia: Standards Association of Australia
- Dinakar, Aditi, 2014. Delay Analysis in Construction Project. *Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Volume 4, pp 784-788
- Duffie, D. &Pan , J., 1997. An Overview of Value at.*Journal Graduate School of Business Stanford University*, pp.1-39.
- International Organization for Standarization (ISO), 2009.*Terms Relating to risk*, ISO/Guide 73.
- Mraz, M. &Huber , B. 2005. *FMEA-FMECA*. Ljubljana: Management & applied Informatics
- Office of Statewide Project Management Improvement.2003*Project Risk Management Handboo Second Editionk*. Scramento: Caltrans
- Philips, Joseph, 2013. *PMP Project Management Profesional Study Guide, Fourth Edition*. New York: McGraw Hill Companies, Inc.
- Project Management Institute (PMI),2000. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)*.Pennsylvania: Project Management Institute,.
- Project Management Institute (PMI) 2013. *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Fidth Edition*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Qureshi, M. A. &Shakeel , S., 2013. Risk Assessment and HAZOP Study of Oil and Gas..*Journal of Environment, Energy and Power Research*, Volume 1, pp.151-158.
- Shahin, A. 2004. Integration of FMEA and the Kano model: An exploratory examination. *International Journal of Quality & Realibility Management*, Volume 2, pp 731-746

- Trauner, T., Manginelli, W. A., Lowe, J. S., Nagata, M. F. & Furniss, B. J. 2009. Construction Delays : Understanding Them Clearly, Analyzing Them Correctly
- US MILITARY STANDARD, MIL-STD-1629A, 1980.*Procedure for Performing a Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*. USA: Departement of Defense
- US Nuclear Regulatory Commision, 1981.*Fault Tree Handbook*. Washington,D.C : Office of Nuclear Regulatory Research.
- Wideman, Max R., 1992. Project and Program Risk Management. A Guide to Managing Project Risk & Oppurtunities, Project Management Institute

LAMPIRAN 1

Form FMEA2 Aktivitas Pembangunan Hangar Peralatan

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 2			
Activity(s): 2) Pembangunan Hangar Peralatan			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 2 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 02 Juni 2015						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Hangar Peralatan	Telambatnya jadwal pembangunan	A2R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Keterlambatan pengiriman material untuk pembangunan	3	Melakukan aktivitas yang lain yang tidak menggunakan material tersebut dan melakukan <i>follow up</i> berkala.	3	9
		A2R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Kurangnya material untuk pembangunan	1	Melakukan pendataan ulang mengenai kebutuhan material dan melakukan pengadaanya	3	6
		A2R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Terbatasnya peralatan kerja untuk pembangunan	2	Merencanakan pengadaan peralatan sesuai dengan pembangunan	3	6
		A2R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi	3	Lebih selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	3	18
		A2R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2minggu	1	Kerusakan peralatan pembangunan	2	Melakukan pengecekan terhadap peralatan sebelum aktivitas dimulai	2	4
		A2R6	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Adanya permasalahan dengan sub kontraktor mengenai keterlambatan pembayaran	3	Melakukan pendekatan dan menjalin hubungan yang baik dengan kontraktor (menghormati kontrak yang telah disepakati bersama)	3	18

Form FMEA 2 Aktivitas Pembangunan Hangar Peralatan (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 2			
Activity(s): 2) Pembangunan Hangar Peralatan			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 2 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Hangar Peralatan	Telambatnya jadwal pembangunan	A2R7	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan	3	Meneruskan aktivitas bila cuaca tidak merusak material/peralatan dan akan menunda bila dapat menyebabkan kerusakan	4	12
		A2R8	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-4 minggu	2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek	3	Melakukan pengontrolan secara berkala terhadap keadaan kas	2	12
		A2R9	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Desain bangunan kurang rinci dan sulit untuk dimengerti	3	Sebelum aktivitas dimulai diadakannya <i>briefing</i> penjelasan oleh <i>engineer</i> perancang desain bangunan ke para pekerja lapangan dan sub kontraktor	2	6
		A2R10	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 8-10 minggu	4	Kecelakaan kerja yang menyebabkan kerusakan berat pada konstruksi	2	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan safety + menggunakan peralatan keamanan kerja	3	24
		A2R11	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Kecelakaan kerja yang menyebabkan luka ringan dan kerusakan kecil pada konstruksi	3	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan <i>safety</i> + menggunakan peralatan keamanan kerja	2	12
		A2R12	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Belum optimalnya ketersediaan listrik dan air di lapangan akibat ketersediaan energi yang terbatas	3	Sebelum aktivitas-aktivitas berlangsung melakukan penambahan kapasitas dan daya listrik sehingga mencapai kondisi mendekati maksimal	3	18

Form FMEA 2 Aktivitas Pembangunan Hangar Peralatan (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 2			
Activity(s): 2) Pembangunan Hangar Peralatan			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 2 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Hangar Peralatan	Telambatnya jadwal pembangunan	A2R13	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Terdapat data yang kurang tepat atau salah saat perencanaan/perancangan (data lahan atau perencanaan bangunan, desain dll)	3	Merevisi kesalahan data dan mengkoordinasikannya ke sub kontraktor	2	12
		A2R14	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Terlambatnya proses pengecekan kelayakan bangunan oleh pihak ketiga	4	Melakukan pemberitahuan ke pihak ketiga	4	16
		A2R15	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	4	Management control kepada para pekerja (pengawasan langsung oleh manager)	2	8
		A2R16	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja	3	Meningkatkan <i>management control</i> kepada para pekerja dan melakukan recruitment	2	6
		A2R17	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Terdapat permasalahan dengan pemerintah (perubahan kebijakan atau peraturan dll)	1	Dilakukan pendekatan kepada aparat pemerintah pemda setempat bahwa dengan kehadiran proyek ini untuk memakmurkan masyarakat setempat	3	6
		A2R18	Terlambatnya jadwal pembangunan > 16 minggu	6	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)	1	Bersama owner proyek membicarakan masalah asuransi bencana	5	30

Form FMEA 2 Aktivitas Pembangunan Unit Pengumpul Gas

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 3		
Activity(s): 3) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page: 3 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengumpul Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A3R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek	3	Melakukan pengontrolan secara berkala terhadap keadaan kas	2	12
		A3R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan	3	Meneruskan aktivitas bila cuaca tidak merusak material/peralatan dan akan menunda bila dapat menyebabkan kerusakan	4	12
		A3R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Kurangnya produktivitas tenaga kerja	4	Mengadakan management control kepada para pekerja	2	16
		A3R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Desain pemasangan pipa dan desain sistem penanganan air lindi yang kurang rinci dan sulit untuk dimengerti	4	Sebelum aktivitas dimulai diadakannya briefing penjelasan oleh engineer perancang design perpipaan dan sistem penanganan air lindi ke para pekerja lapangan dan sub kontraktor	2	8
		A3R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja	2	Mengadakan management control kepada para pekerja dan melakukan recruitment	2	4
		A3R6	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Kurangnya jumlah material pipa untuk pemasangan pipa dan material untuk pemasangan sistem penanganan air lindi	3	Melakukan pendataan ulang mengenai kebutuhan material dan melakukan pengadaannya	3	18

Form FMEA 3 Aktivitas Pembangunan Unit Pengumpul Gas (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 3		
Activity(s): 3) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page: 3 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengumpul Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A3R7	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terbatasnya jumlah peralatan kerja untuk pemasangan perpipaan dan pemasangan sistem penanganan air lindi	2	Merencanakan pengadaan peralatan sesuai dengan kebutuhan sesuai dengan proses pembangunan gas	3	12
		A3R8	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Terdapat data/desain yang kurang tepat atau salah saat perencanaan/perancangan (data perencanaan perpipaan, desain sistem perpipaan /desain penanganan air lindi dll)	3	Merevisi kesalahan data dan lebih selektif lagi dalam melakukan proses perencanaan desain untuk proses pembangunan sumur gas dan perpipaan	2	12
		A3R9	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Keterlambatan mobilisasi material untuk memulai eksplorasi pengeboran sumur gas, pemasangan material pipa dan pemasangan sistem penanganan air lindi	2	Melakukan aktivitas yang lain yang tidak menggunakan material hasil olahan dan memefollow up masalah keterlambatan dengan supplier	3	6
		A3R10	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi	3	Lebih selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	2	12
		A3R11	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terjadinya kerusakan peralatan (kerusakan pipa karena kualitas yang kurang, kebocoran, korosi)	3	Melakukan perbaikan terhadap kerusakan peralatan. Selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	2	12

Form FMEA 3 Aktivitas Pembangunan Unit Pengumpul Gas (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 3			
Activity(s): 3) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 3 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengumpul Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A3R12	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kecelakaan Kerja ringan saat konstruksi (luka ringan pada pekerja)	2	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan safety dan menggunakan peralatan keamanan kerja	3	6
		A3R13	Terlambatnya jadwal pembangunan 8 -10 minggu	4	Kecelakaan Kerja Berat saat konstruksi (terjadinya longsor saat pengeboran sumur dll)	1	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan safety dan menggunakan peralatan keamanan kerja	3	12
		A2R14	Terlambatnya jadwal pembangunan > 16 minggu	6	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)	1	Bersama owner proyek membicarakan masalah asuransi bencana	5	30

Form FMEA 4 Aktivitas Pembangunan Unit Pengolahan Gas (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 4		
Activity(s): 4) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page : 4 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A4R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan	3	meneruskan aktivitas bila cuaca tidak merusak material/peralatan dan akan menunda bila dapat menyebabkan kerusakan	4	12
		A4R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek	3	Melakukan pengontrolan secara berkala terhadap keadaan kas	2	12
		A4R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	4	Management control kepada para pekerja atau para subkontraktor	2	16
		A4R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Ketersedian tenaga kerja yang kurang	2	Management control kepada para pekerja dan melakukan recruitment	2	4
		A4R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Kurangnya jumlah material (demister, pipa barometika dan pompa kondesat, gas fan/blower dan flare, valve, sensor, mesin gas dll)	3	Melakukan pendataan ulang mengenai kebutuhan material dan melakukan pengadaannya	3	18

Form FMEA 4 Aktivitas Pembangunan Unit Pengolahan Gas (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 4			
Activity(s): 4) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 4 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A4R6	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terbatasnya jumlah peralatan kerja untuk menunjang pemasangan sistem penghilangan kondensat, pemasangan gas <i>fan/blower</i> dan pemasangan <i>flare</i>)	3	Merencanakan pengadaan peralatan sesuai dengan kebutuhan sesuai dengan proses proses pembangunan unit dan pemasangan mesin gas	3	18
		A4R7	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Desain pembangunan unit penanganan gas dan mesin gas yang kurang rinci dan sulit untuk dimengerti	3	Sebelum aktivitas dimulai diadakannya briefing penjelasan oleh engineer perancang design perpipaan dan sistem penanganan air lindi ke para pekerja lapangan dan sub kontraktor	2	6
		A4R8	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 4-5 minggu	3	Terdapat desain sistem penghilangan kondensat dan desain sistem perpipaan, valve dan sensor yang kurang tepat atau salah saat perancangan	3	Merevisi kesalahan data dan lebih selektif lagi dalam melakukan proses perencanaan desain untuk proses pembangunan unit dan pemasangan mesin gas	2	18
		A4R9	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Keterlambatan pengiriman material	2	Melakukan aktivitas yang lain dan memefollow up masalah keterlambatan dengan supplier	3	6
		A4R10	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi	3	Lebih selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	2	12

Form FMEA 4 Aktivitas Pembangunan Unit Pengolahan Gas (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 4		
Activity(s): 4) Pembangunan Unit Pengumpul Gas			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page: 4 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pembangunan Unit Pengolahan Gas dan Mesin Gas	Telambatnya jadwal pembangunan	A4R11	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terjadinya kerusakan material (kerusakan gas fan/blower)	2	Melakukan perbaikan material yang rusak atau mengganti dengan yang baru, Selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	2	8
		A4R12	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kecelakaan Kerja ringan saat konstruksi (luka ringan yang dialami pekerja)	2	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan safety dan menggunakan peralatan keamanan kerja	3	6
		A2R13	Terlambatnya jadwal pembangunan > 16 minggu	6	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)	1	Bersama owner proyek membicarakan masalah asuransi bencana	5	30

Form FMEA 5 Aktivitas Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTsa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 5		
Activity(s): 5) Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page : 5 of 7		
Core Team:Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	Telambatnya jadwal pembangunan	A5R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan untuk pemasangan jaringan listrik	3	meneruskan aktivitas bila cuaca tidak merusak material/peralatan dan akan menunda bila dapat menyebabkan kerusakan	4	24
		A5R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Buruknya manajemen keuangan dan keterlambatan ketersediaan kas proyek	3	Melakukan pengontrolan secara berkala terhadap keadaan kas	2	12
		A5R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	3	Meningkatkan management control kepada para pekerja atau para subkontraktor	2	12
		A5R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Ketersedian tenaga kerja yang kurang	1	Meningkatkan management control kepada para pekerja dan melakukan recruitment	2	2
		A5R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Kurangnya jumlah material (kabel power, tiang listrik dll)	5	Melakukan pendataan ulang mengenai kebutuhan material dan melakukan pengadaannya	3	30

Form FMEA 5 Aktivitas Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSA di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 5		
Activity(s): 5) Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page : 5 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	Telambatnya jadwal pembangunan	A5R6	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Desain Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol kurang rinci dan sulit untuk dimengerti	3	Sebelum aktivitas dimulai diadakannya briefing penjelasan oleh engineer perancang design perpipaan dan sistem penanganan air lindi ke para pekerja lapangan dan sub kontraktor	2	6
		A5R7	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terbatasnya jumlah peralatan kerja	3	Merencanakan pengadaan peralatan sesuai dengan kebutuhan sesuai dengan proses pemasangan jaringan listrik dan sistem listrik	2	12
		A5R8	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 4-5 minggu	3	Terdapat desain perencanaan yang salah untuk pembangunan jaringan listrik dan sistem kontrol	4	Merevisi kesalahan data dan lebih selektif lagi dalam melakukan proses perencanaan desain untuk proses pemasangan jaringan listrik dan sistem listrik	2	24
		A5R9	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Keterlambatan pengiriman material	2	Melakukan aktivitas yang lain dan memefollow up masalah keterlambatan dengan supplier	2	4
		A5R10	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi	2	Lebih selektif dalam perencanaan spesifikasi material pada proses perancangan	2	8

Form FMEA 5 Aktivitas Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol (lanjutan)

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang Activity(s): 5) Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			Company Name: <u>PT Pasadena Engineering Indonesia</u> Prepared by: <u>Bilqis Silma Hudyah</u>				FMEA number: <u>5</u> Page : <u>5 of 7</u> FMEA Date (Orig): <u>2 Jun '15</u>		
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Pemasangan Jaringan Listrik dan Sistem Kontrol	Telambatnya jadwal pembangunan	A5R11	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terjadinya kerusakan peralatan	3	Melakukan perbaikan peralatan yang rusak atau maintenance	1	6
		A5R12	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar >7 minggu	6	Kecelakaan Kerja berat saat konstruksi (kebakaran)	1	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan <i>safety</i> dan menggunakan peralatan keamanan kerja dan	3	18
		A5R13	Kurangnya jumlah material (demister, pipa barometika dan pompa kondensat, gas fan/blower dan flare, valve, sensor, mesin gas dll)	1	Kecelakaan Kerja ringan saat konstruksi (luka ringan pada pekerja dan kerusakan kecil pada peralatan)	2	Melakukan pekerjaan yang memenuhi peraturan <i>safety</i> dan menggunakan peralatan keamanan kerja dan	3	6
		A5R14	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	keterlambatan pengkoordinasian dengan PLN	4	Melakukan koordinasi dengan PLN jauh sebelumnya	2	8
		A2R15	Terlambatnya jadwal pembangunan > 16 minggu	6	Terjadinya Bencana Alam (gempa bumi dll)	1	Bersama owner proyek membicarakan masalah asuransi bencana	5	30

Form FMEA 6 Aktivitas *Testing* Individual Peralatan

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia				FMEA number: 6		
Activity(s): 6) <i>Testing</i> Individual Peralatan			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah				Page : 6 of 7		
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
Testing Individual Peralatan	Telambatnya jadwal pembangunan	A6R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1 minggu	1	Lamanya proses <i>testing</i> dan inspeksi oleh pihak ketiga	4	Melakukan follow up mengenai proses testing dan inspeksi kepada pihak ke tiga	2	8
		A6R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 2-3 minggu	2	Terjadinya kebocoran pipa pengumpul gas	2	Segera dilakukan penanganan dan perbaikan kebocoran pipa	2	8
		A6R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Kegagalan pengolahan gas (sistem pendingin gas tidak berfungsi dengan baik/ <i>filter</i> tidak berfungsi dengan baik)	2	Segera dilakukan analisis terhadap proses pengolahan gas dan melakukan perbaikan terhadap sistem pendingin gas dan alat filter/penyaring kondensat	2	8
		A6R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 7-8 minggu	3	Gagalnya sistem unit <i>flaring</i>	2	Segera dilakukan analisis terhadap gagalnya sistem unit flaring dan melakukan perbaikan/penanganannya	2	12
		A6R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 3-4 minggu	2	Kegagalan pada sistem kelistrikan dan pengendaliannya (terjadi masalah dengan sistem elektrikal dan sensor yang digunakan untuk pengendalian tidak berfungsi)	3	Segera dilakukan analisis terhadap gagalnya sistem kelistrikan dan sistem, pengendalinya dan melakukan perbaikan/penanganannya	2	12

Form FMEA 7 Aktivitas *FInishing*

FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS									
Project: Pembangunan PLTSa di Palembang			Company Name: PT Pasadena Engineering Indonesia			FMEA number: 7			
Activity(s): 7) <i>Finishing</i>			Prepared by: Bilqis Silma Hudyah			Page : 7 of 7			
Core Team: Pak holid, pak Budi, pak wawan, Bu wulan, Bu zilva			FMEA Date (Orig): 2 Jun '15						
Activity	Potential Failure Mode	Code	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	Current Process Controls	Det	RPN
<i>FInishing</i>	Telambatnya jadwal pembangunan	A7R1	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 5-6 minggu	3	Kerusakan lingkungan yang cukup parah	1	Melakukan tanggung jawab dan memperbaiki kerusakan lingkungan	2	6
		A7R2	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Kondisi cuaca yang tidak mendukung kegiatan	3	meneruskan aktivitas bila cuaca tidak merusak material/peralatan dan akan menunda bila dapat menyebabkan kerusakan	4	12
		A7R3	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Produktivitas Tenaga kerja yang rendah	3	Meningkatkan management control kepada para pekerja atau para subkontraktor	2	6
		A7R4	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Ketersediaan Tenaga kerja yang rendah	2	Meningkatkan management control kepada para pekerja dan melakukan recruitment	2	4
		A7R5	Terlambatnya jadwal pembangunan sekitar 1-2 minggu	1	Keterbatasan peralatan untuk perapihan lahan dan <i>cover soil</i>	3	Melakukan pengadaan peralatan sesuai dengan kebutuhan	2	6

LAMPIRAN 2

Lampiran Simulasi *Monte Carlo*

Kode	Aktivitas Kritis	Skala		Occ	Seve (bln)	Probabilitas	Terjadi	Tidak Terjadi
		Occurance (FMEA)	Severity (FMEA)					
A1	Perancangan/Engineering	3.33	2	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A2	Perkerjaan Sipil	2.61	1.64	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A3	Pembangunan Sumur Gas	2.64	1.54	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A4	Pembanguan Unit Penanganan Gas dan Mesin gas	2.61	1.54	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A5	Pemasangan jaringan listrik dan sistem kontrol	2.67	1.9	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A6	<i>Testing Individual peralatan</i>	2.6	2	2	1	40%	0%-40%	41%-99%
A7	Perapihan lahan dan cover soil	2.6	1.4	2	1	40%	0%-40%	41%-99%

1000 replikasi simulasi *monte carlo*

Replikasi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	34	23	37	55	21	11	58
2	75	70	60	76	25	74	85
3	29	66	82	18	6	56	73
4	13	90	30	23	35	22	92
5	77	73	89	84	52	44	4
6	69	94	71	19	56	66	5
7	59	96	55	28	53	81	4
8	4	69	77	77	16	42	67
9	16	70	18	95	65	97	46
10	66	78	35	64	74	80	29
11	98	79	42	11	75	64	21
12	84	54	81	94	1	2	86
13	94	31	84	71	64	45	47
14	43	72	49	13	4	97	32
15	53	32	48	56	40	94	47
16	56	87	34	42	19	62	22
17	60	65	12	62	83	52	17
18	17	17	10	92	63	27	93
19	94	69	43	75	20	27	79
20	41	25	1	66	44	24	62
...

Replikasi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
...
981	85	86	54	100	20	1	77
982	94	91	80	65	71	69	99
983	13	64	6	40	38	65	56
984	26	40	40	28	50	18	98
985	40	58	31	41	83	32	79
986	47	50	89	91	99	98	51
987	73	45	56	94	96	54	77
988	25	86	69	92	41	50	23
989	4	74	44	40	8	81	37
990	72	67	45	46	25	61	68
991	47	44	92	92	46	37	35
992	64	56	31	44	37	11	40
993	38	26	57	44	78	84	37
994	91	68	34	50	14	41	90
995	99	57	75	90	41	47	36
996	33	40	71	2	97	9	84
997	29	5	90	56	66	81	8
998	44	32	32	86	46	74	7
999	46	56	37	14	55	61	73
1000	38	40	35	83	40	97	8

Severity	1	1	1	1	1	1	1	Investasi Proyek	Rp 22,000,000,000
Probabilitas	40	40	40	40	40	40	40	%penalty	1.00%

Replikasi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Total Keterlambatan (bulan)	Kerugian
1	1	1	1	0	0	0	1	4	Rp 880,000,000
2	0	1	0	0	0	0	0	1	Rp 220,000,000
3	0	1	1	0	1	1	1	5	Rp 1,100,000,000
4	1	1	0	0	0	0	0	2	Rp 440,000,000
5	0	0	0	0	1	1	0	2	Rp 440,000,000
6	0	1	0	0	0	0	0	1	Rp 220,000,000
7	1	0	1	0	0	0	1	3	Rp 660,000,000
8	0	1	1	1	1	1	0	5	Rp 1,100,000,000
9	1	1	1	1	0	0	0	4	Rp 880,000,000
10	1	1	0	0	0	0	1	3	Rp 660,000,000
11	0	0	1	0	1	1	1	4	Rp 880,000,000
12	0	1	0	0	1	1	1	4	Rp 880,000,000
13	0	0	0	0	0	0	0	0	Rp -
14	0	1	0	0	0	0	0	1	Rp 220,000,000
15	0	1	0	0	0	0	1	2	Rp 440,000,000
16	1	0	0	1	0	0	1	3	Rp 660,000,000
17	0	1	1	0	0	0	0	2	Rp 440,000,000
18	0	0	1	1	1	1	1	5	Rp 1,100,000,000
19	1	0	0	0	1	1	0	3	Rp 660,000,000
20	0	0	0	1	0	0	0	1	Rp 220,000,000
...

Replikasi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Total Keterlambatan (bulan)	Kerugian
...
981	0	1	1	1	0	0	0	3	Rp 660,000,000
982	0	0	1	0	0	0	1	2	Rp 440,000,000
983	1	1	0	0	0	0	0	2	Rp 440,000,000
984	0	0	0	0	0	0	0	0	Rp - -
985	0	1	0	0	1	1	0	3	Rp 660,000,000
986	1	1	0	0	1	1	0	4	Rp 880,000,000
987	0	0	0	0	0	0	0	0	Rp - -
988	0	0	1	0	1	1	1	4	Rp 880,000,000
989	0	1	0	0	0	0	1	2	Rp 440,000,000
990	0	0	0	0	1	1	0	2	Rp 440,000,000
991	1	0	1	1	1	1	1	6	Rp 1,320,000,000
992	0	1	0	0	1	1	1	4	Rp 880,000,000
993	0	0	0	1	1	1	1	4	Rp 880,000,000
994	1	0	0	0	0	0	0	1	Rp 220,000,000
995	1	1	0	0	0	0	1	3	Rp 660,000,000
996	1	1	0	0	1	1	0	4	Rp 880,000,000
997	0	0	1	0	0	0	1	2	Rp 440,000,000
998	1	0	0	0	0	0	0	1	Rp 220,000,000
999	0	0	0	0	1	1	0	2	Rp 440,000,000
1000	0	1	0	1	0	0	0	2	Rp 440,000,000

Max Keterlambatan	7	Max Kerugian	Rp 1,540,000,000.00
-------------------	---	--------------	---------------------

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Bilqis Silma Hudyah yang lahir di Jakarta, 13 Juli 1993, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan yang pernah ditempuh penulis yaitu SDIT Meranti Jakarta, SMP Negeri 216 Jakarta, SMA Negeri 21 Jakarta dan Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2011. Selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Industri ITS penulis aktif di kegiatan organisasi HMTI-ITS periode 12/13 dan HMTI-ITS periode 13/14. Selain itu, penulis juga mengikuti beberapa pelatihan antara lain ESQ, LKMM Pra TD, LKMM TD, dan lain-lain. Penulis melakukan kegiatan praktek di PT SHARP ELECTRONICS INDONESIA (SEID). Untuk informasi lebih lanjut, penulis dapat dihubungi melalui email bilqissilma@yahoo.com